

NOPOVÉ FÓLIE VE SKLADBÁCH SUTERÉNŮ

V návrzích hydroizolačních řešení spodních staveb hrají nezastupitelnou roli ochranné a drenážní vrstvy hydroizolací. Spolu se správným návrhem a provedením hydroizolační konstrukce přinášejí důležitý předpoklad úspěchu technického řešení ochrany spodní stavby proti nežádoucímu působení vody.

Stále častěji se pro zajištění určité ochrany hydroizolace a jako součást drenážního systému spodní stavby používají nopové fólie. U vytápěných nebo temperovaných suterénů ochrannou funkci velmi uspokojivě

převzaly tepelné izolanty, které se v současných skladbách vklínily mezi hydroizolaci a nopovou fólii.

Hydroizolační konstrukce z povlaků na bázi měkčeného PVC mají víceméně vždy předepsanu ochranu pomocí textilií. Pro povlak v typické tloušťce 1,5 mm je to nutné. Dalším důvodem je materiálová nekompatibilita měkčeného PVC s dalšími plasty. U asfaltových pásů není systematická ochrana tak běžná. Spoléhá se na jejich robustnost, kterou při typické tloušťce 4 mm a obvykle dvou vrstvách jistě mají. Nevýhody mají

ale také. Jestliže je nopová fólie v přímém kontaktu s hydroizolací z asfaltových pásů (typicky u nezateplených suterénů, garáží apod.), je nutné zabránit vtlačování nopů fólie do vrstvy asfaltu. Toho lze dosáhnout omezením hloubky použití, vložením mechanické ochrany mezi asfaltový pás a nopy, použitím jiných typů nopových fólií s větší kontaktní plochou nopů nebo náhradou za jiné materiály, např. strukturované plastové rohože. Pro ilustraci je na fotografii /01/ vidět konstrukce spodní stavby hloubky cca 5 m, kde ve vyšších partiích je použita nopová fólie (stěna vlevo),

níže je jako drenážní vrstva na stěně použita strukturovaná rohož DEKDREN P900 (stěna vpravo). Všude ale bude použita OSB deska jako mechanická ochrana drenážní vrstvy.

VLIV ZHUTNĚNÍ ZÁSYPU

Samotné nopové fólie je nutné mechanicky chránit při zhutnění zásyvu deskami na bázi dřeva nebo plastů, které se obětují nebo jsou po etapě zhutnění přesunuty. Jak to dopadá, když tato zásada není respektována, ukazuje následující případ.

Řadové garáže, zadní stěnou zapuštěny v terénu. Střecha garáží pochůzná, navazující na terén /obr. 02/. Kvůli zatékání proběhla obnova svislé hydroizolace stěny garáže přilehlé k terénu. Pro hydroizolaci byly použity dvě vrstvy asfaltových pásů tl. 4 mm doplněné svislou drenáží z nopové fólie s výškou nopů 8 mm. Stěna garáže nebyla zateplena.

Zhutnění zásyvu probíhalo ve vrstvách, jako ochrana byl použit přířez OSB desky, který byl po zhutnění vrstvy zeminy vždy vytažen. Kdo ví ale, z jakého důvodu nebyla poslední část zásyvu řádně zhutněna (jedná se o pravou část zásyvu na fotografii /02/).

Nezhutněná část zásyvu se přirozeně časem zkonsolidovala. Hodně „pomohlo“ i spádování navazujícího terénu k zadní stěně garáží. Voda udělala své... Propadlá zemina strhla nopovou fólii v kontaktu s asfaltovým pásem. O správném odvodnění střechy garáží již nešlo hovořit, odvodňovací žlaby se propadly /obr. 03/.

Garáže byly součástí majetku SVJ, které operativně řešilo zabezpečení místa /obr. 04/. To uběhl již téměř půlrok od provedení zásyvu.

Propadlou oblast zásyvu bylo nutné sanovat. Betonové žlaby byly rozebrány, zemina byla zhutněna. S použitím ochranných desek během hutnění si ale již nikdo hlavu nelámá. Jak asfaltové pásy i nopová fólie dopadly, je vidět na fotografiích /05/ a /06/ (zachyceno ještě před dosypáním chybějící zeminou).





04



05



06

Fotografie /06/ ukazuje dva projevy špatné technologie zhutnění zásypu s nopovými fóliemi v kontaktu s hydroizolačními povlaky. Jde o poškození samotného povlaku a deformaci nopů fólie. V tomto případě musel být vibrační pěch použit velmi necitlivě. Až vložka asfaltového pásu zastavila tlak nopů.

EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

Problematickou chování hydroizolačních konstrukcí s nopovými fóliemi se zabývá i experimentální centrum Atelieru DEK. Ve spolupráci s ing. Remešem z VUT Brno, v rámci jeho disertační práce, probíhá experiment zaměřený na odolnost hydroizolačních konstrukcí z asfaltových pásů a fólií z měkčeného PVC v kontaktu s nopovými fóliemi.

PODMÍNKY ZKOUŠEK

Měření byla dlouhodobá. Zatížení působilo pouze kolmo k rovině hydroizolace. Nebyl uvažován posun v rovině hydroizolace.

Testovaly se hydroizolační povlaky z asfaltového pásu nebo fólie z měkčeného PVC, kladené na různě tuhé podklady (simulované tepelnou izolací z XPS nebo OSB deskami), dále byly v různých kombinacích a polohách hydroizolace chráněny geotextiliemi a byly použity různé druhy nopových fólií.

Nopová fólie ve standardním provedení (nopy tvaru kalíšků) i v provedení s vyšší únosností nopů (nopy tvaru hvězdičky).

Experiment měl za cíl sledovat dva základní jevy:

- odolnost samotné nopové fólie proti stlačení;
- působení nopů na povrch hydroizolačního povlaku.

Pro obdobný případ, jako byl zásyp garáží popsáný v úvodu článku, se uvažuje výpočet geostatického napětí uvedený na vedlejší straně. Napětí působí u paty konstrukce, v hloubce 3 m v prostředí F4 hlína písčítá. Celkový přehled tlaku v hloubce od 3 m do 10 m je pak uveden v /tab. 01/.

Nopová fólie však nepřenáší zatížení plošně, zjištěné plošné zatížení je nutné přepočítat na plošky nopů. Pro hloubky zásypu 3 m až 5 m je uvedeno v /tab. 02/.

V experimentálním centru Atelieru DEK proběhla dvě měření, rozdílná v délce trvání, typu hydroizolačního povlaku a tuhosti podkladu.

VÝPOČET ZEMNÍHO TLAKU PRO STĚNU V ÚROVNI 3,0 M POD TERÉNEM

Vstupní údaje

Typ zeminy	...	soudržná
Druh zeminy	...	F4 – Hlína písčitá
Poissonovo číslo	...	$\nu=0,35$
Objemová tíha zeminy	...	$\gamma=18,00 \text{ kN.m}^{-3}$
Výška zatížené části kce.	...	$h=3,00 \text{ m}$

Součinitel zemního tlaku

$$K_r = \nu / (1 - \nu) = 0,35 / (1 - 0,35) = 0,538$$

Geostatické napětí – svislé

$$\sigma_z = \gamma \cdot h = 18,00 \cdot 3,00 = 54,000 \text{ kN.m}^{-2}$$

Geostatické napětí – vodorovné

$$\sigma_x = \sigma_z \cdot K_r = 54,000 \cdot 0,538 = 29,052 \text{ kN.m}^{-2}$$

Velikost geostatického napětí, které působí na svislý rub stavební konstrukce zatížené na plnou výšku $h = 3,0 \text{ m}$ je **29,052 kN.m⁻²**.



Tabulka 01 | Hodnoty zatížení zemním tlakem v závislosti na výšce

Výška zatížené části konstrukce	Geostatické napětí – svislé	Geostatické napětí – vodorovné	Zatížení – vodorovné
[m]	[kN.m ⁻²]	[kN.m ⁻²]	[t.m ⁻²]
3,000	54,000	29,052	2,905
4,000	72,000	38,769	3,877
5,000	90,000	48,462	4,846
6,000	108,000	58,154	5,815
7,000	126,000	67,846	6,785
8,000	144,000	77,538	7,754
9,000	162,000	87,231	8,723
10,000	180,000	96,923	9,692

Tabulka 02 | Přehled zatížení pro obvodovou stěnu suterénu

Výška násypu	[m]	3,000	4,000	5,000
Zatížení působící na profilovanou fólii	[kN.m ⁻²]	29,052	38,769	48,462
Zatížení ve styčné ploše	[kN.m ⁻²]	201,040	268,281	335,357
	[MPa]	0,201	0,268	0,335
Zatížení pod jedním nopem	[kN]	0,016	0,021	0,026

MĚŘENÍ 1 (DOBA TRVÁNÍ 31 DNŮ)

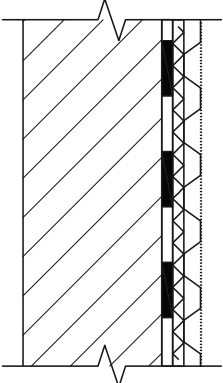
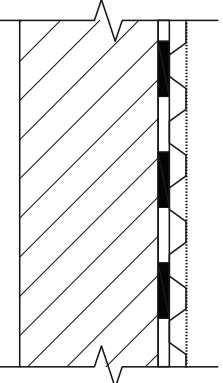
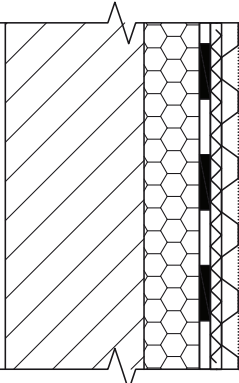
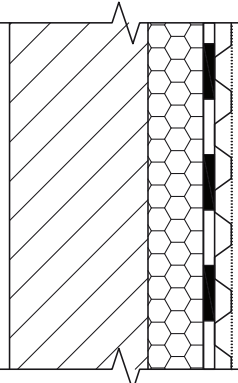
- Sledován vliv dlouhodobého statického zatížení na vzorku 1000×1000 mm. Podklad z tepelné izolace z XPS byl rozdělen na čtyři části tak, aby se projevil případný vliv spár podkladu (napojení desek).
- Nopy profilované fólie tvaru kalíšku kladeny nopy směrem k hydroizolaci.
- Soustava vzorků byla zatížena 25 ks betonových dlaždic v každém poli, což odpovídá zemnímu tlaku o velikosti cca 29 kN.m⁻², který je vyvolán tíhou zeminy v hloubce 3 m /obr. 07/.

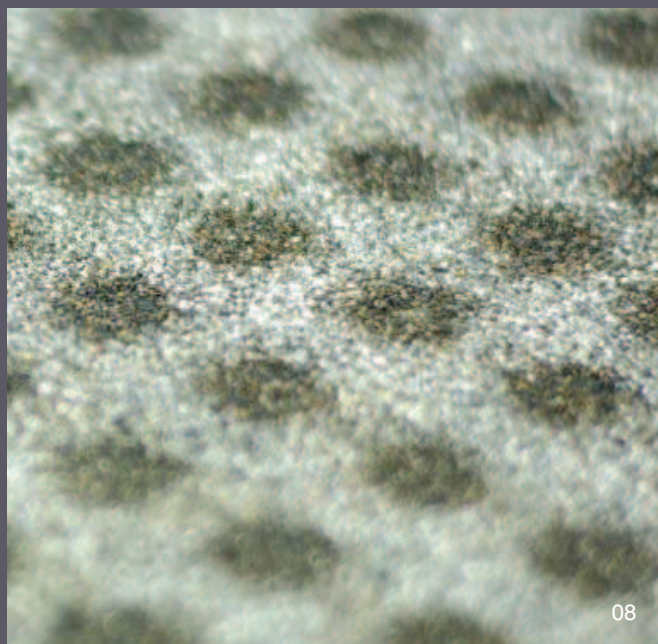
POZNATKY Z MĚŘENÍ 1

- Na vzorcích nebyly zřetelné odchylky, které by mohly být vyvolány různým sedáním, či nestejnorodostí vrstev nebo přítomností spár desek z tepelné izolace. Proto se u dalšího měření přistoupilo ke zmenšení půdorysného rozměru vzorků na 500×500 mm.
- Vliv tuhého a měkkého podkladu (OSB deska, XPS, Perimetr) neměl na velikost a rozsah protlačení výrazný vliv.
- Při použití textilie mezi hydroizolací a nopovou fólií nebylo zaznamenáno významnější protlačení /obr. 08, 10/.

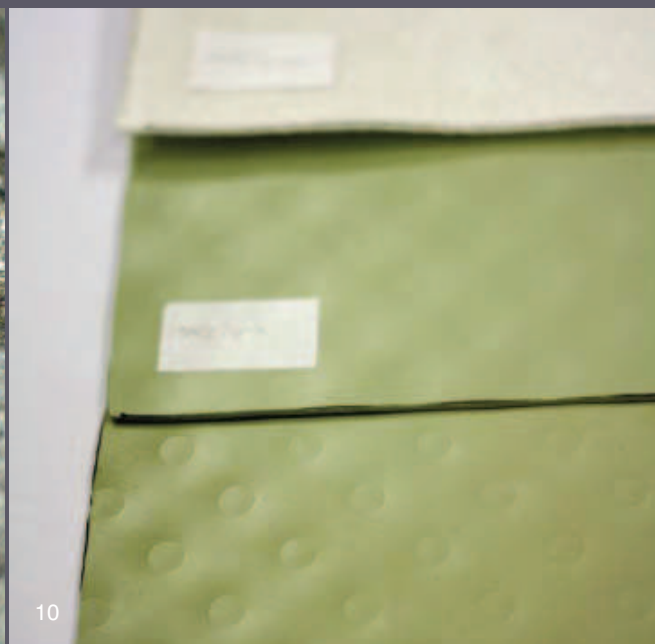
- Ve variantách, kde geotextilie mezi hydroizolací a nopovou fólií použita nebyla, byla nalezena zjevná protlačení /obr. 09, 11/. Opticky se hůře jevily asfaltové pásy. I přes tato zjištění lze konstatovat, že by hydroizolační funkce nebyla narušena. Je nutné ale také připomenout výše popsané zkušenosti při hutnění. Pokud by došlo k vzájemnému posunutí nopové fólie vůči hydroizolaci, mohla by již vzniklá otláčení způsobit významné poškození hydroizolace.

Tabulka 03 | Vyhodnocení měření 1 (doba trvání 31 dnů)

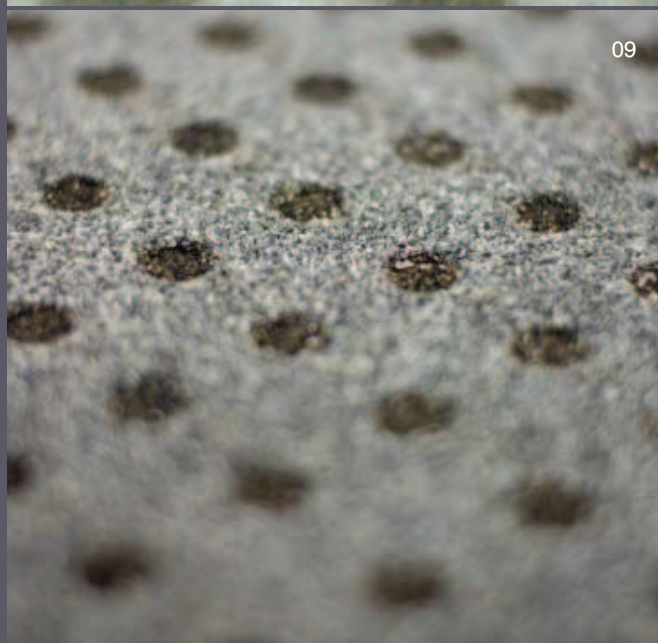
Tvrdość podkladu	Tvrdý podklad		Měkký podklad	
Schéma				
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ano	ne	ano	ne
Typ povlaku	Asfaltové pásy			
Otláčení	ne	ano	ne	ano
Borcení nopů fólie	ne	ne	ne	ne
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne	ne
Max. hloubka [m]	3	3	3	3
Typ povlaku	Fólie z měkčeného PVC			
Otláčení	ne	ano	ne	ano
Borcení nopů fólie	ne	ne	ne	ne
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ne	ne	ne	ne
Max. hloubka [m]	3	3	3	3



08



10



09



11

08, 09 | Vliv použití geotextilie na otlacení asfaltového pásu na tuhém podkladu

10, 11 | Vliv použití geotextilie na otlacení fólie z měkčeného PVC na tuhém podkladu

MĚŘENÍ 2 (DOBA TRVÁNÍ 53 DNŮ)

- Sledován vliv dlouhodobého statického zatížení na vzorku o rozměrech 500×500 mm.
- Soustava vzorků byla zatížena 25 ks betonových dlaždic v každém poli, což odpovídá zemnímu tlaku o velikosti cca 29 kN.m⁻², který je vyvolán tíhou zeminy v hloubce 3 m.
- Nopy profilované fólie byly kladeny směrem od hydroizolaci.
- Byla přidána nopová fólie s nopy tvaru hvězdičky. U této

varianty byla zkoušena poloha nopů orientovaných směrem k i od hydroizolace.

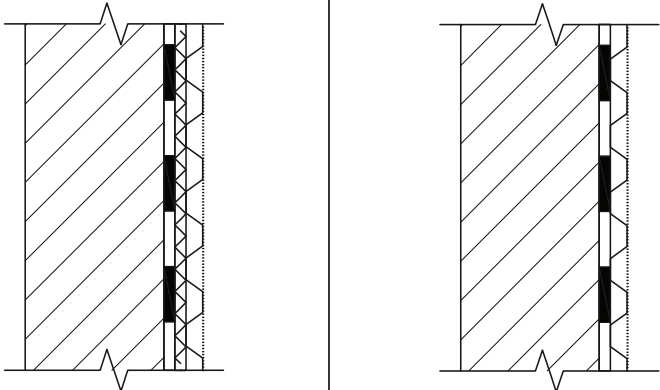
POZNATKY Z MĚŘENÍ 2

- K výraznému otlacení došlo zejména u profilované fólie hvězdicovitého tvaru bez ochranné geotextilie, kdy vlivem menší plochy nopy došlo k protlačení téměř až k nosné vložce horní vrstvy asfaltového pásu /obr. 13/.
- U standardního typu profilované fólie (kulatý tvar nopy)

orientované nopy nahoru docházelo k borcení spodní části nopy, což mělo za následek vytvoření ostrých hran ve spodní části profilované fólie. Tyto hrany se projeví také v otlacování horní vrstvy povlaků /obr. 14/.

- Ochranná textilie opět uspokojivě chránila asfaltový povlak proti poškození /obr. 12/.

Tabulka 04 | Vyhodnocení měření 2 (doba trvání 53 dnů)

Tvrdost podkladu	Tvrdý podklad			
Schéma				
Geotextilie mezi hydroizolací a nopy	ano		ne	
Typ povlaku	Asfaltové pásy			
Tvar nopy	kalíšek	hvězda	kalíšek	hvězda
Otlačení	ne	ne	ano	ano
Borcení nopů fólie	ano	ne	ano	ne
Vliv na hydroizolační bezpečnost	ano	ne	ano	ano
Max. hloubka [m]	3	3	3	3

12, 13 | Vliv použití ochranné geotextilie mezi asfaltovým pásem a nopovou fólií s nopy tvaru hvězdičky

14 | Vliv použití ochranné geotextilie mezi asfaltovým pásem a nopovou fólií s nopy tvaru kalíšku

12





ZHODNOCENÍ EXPERIMENTU

- Fólie z měkčeného PVC prokázaly dobrou odolnost proti mechanickému poškození. Faktem je, že zkoušení bez ochranné geotextilie proběhlo prakticky navíc. V drtivé většině případů jsou ochranné vrstvy z geotextilie pro měkčené PVC předepsány přímo výrobcí, řeší se tak i jejich nekompatibilita s dalšími druhy plastů.
- Textilie gramáže 300 až 500 g/m² tvoří dostatečnou ochranu povlaků do hloubky 3 m.
- Velká tuhost nopů tvaru hvězdičky má negativní vliv na protlačení hmotou asfaltového pásu. V některých případech došlo k protlačení až na nosnou vložku asfaltového pásu.
- Nopy tvaru hvězdičky mají samy o sobě vyšší únosnost.
- Nopy tvaru kalíšku se mohou ve větších hloubkách zásypů nad 3 m bortit, v plastu vznikají ostré hrany.

Při aplikaci poznatků experimentu do praxe je nutné zohlednit:

- dynamické rázy a pohyb skladby dolů během hutnění,
- lokální tlak vyvolaný výskytem kamenů.

ZÁSADY PRO POUŽITÍ NOPOVÝCH FÓLIÍ A ZHUTNĚNÍ ZÁSYPU

Výsledky experimentu potvrdily potřebu připomenout zásady pro použití nopových fólií ve styku s hydroizolací (v plném znění v publikaci KUTNAR – Izolace spodní stavby):

- U nopových fólií existuje riziko zatlačování do hydroizolace nebo do tepelněizolačních a ochranných vrstev, a to jak v důsledku působení tlaku zeminy, tak i v důsledku hutnění okolní zeminy. Proto se profilované fólie doporučuje používat do hloubky 3 m pod terénem.*
- Drenážní vrstvu z nopové fólie je třeba chránit před poškozením při hutnění zásypu. Doporučují se desky z aglomerovaného dřeva nebo desky z tuhých plastů nebo pryže, v závislosti na postupu výstavby se použijí jako ztracené nebo jako přenosné.*
- Nopové fólie s integrovanou filtrační textilií (např. DEKDREN S8) na straně nopů se kladou nopy k zemině.*
- Nopové fólie bez integrované textilie se kladou nopy na hydroizolaci. Od zeminy i hydroizolace se oddělují textilií.*

Zásady pro aplikaci asfaltových pásů na svislé konstrukce suterénů a zhutněný zásyp uvádí také směrnice ČHS 01:

6.1.2. Konstrukční a materiálové řešení, příklady výrobků
Na svislých plochách je nezbytné provést připojení asfaltových pásů k podkladu. Čelí se tím jejich sesouvání vlastní vahou, proti sesunutí při zasypávání a hutnění zásypů stavební jámy nebo při betonáži. Připojení k podkladu se provádí bodovým natavením nebo kotvením prvního asfaltového pásu. V případě bodového natavení je nezbytné stavební konstrukce jako podklad pro asfaltové pásy penetrovat.

4. Hutněný nepropustný zásyp
Zásyp stavební jámy má mít co největší nepropustnost pro vodu, aby bylo omezeno množství vsakující se vody, popř. přitékající do spáry mezi objektem a přilehlým prostředím. Výjimku tvoří mělké propustné vrstvy pod betonovými deskami, které je chrání proti poškození mrazem. Tyto vrstvy je třeba odvodnit do recipientu.

Hutnění zásypu se provádí obvykle po vrstvách tloušťky 200 až 300 mm s přihlédnutím k šířce zásypu, typu zeminy a použité hutnicí technice. Menší zhutněná tloušťka by byla rozrušena hutněním následné vrstvy. Větší mocnosti nejsou obvykle použítou technikou, jakou jsou ruční vibrační pěchy a desky, zhutnitelné. V případě potřeby zhutnění na předepsanou míru se postupuje podle ČSN 72 1006 *Kontrola zhutnění zemin a sypanin* nebo podle specifických předpisů správních úřadů.

<Zdeněk Plecháč>
<Josef Remeš>