

Od proděravěných parozábran ke změnám technických norem

Petr Slanina

Pro citování:

Slanina, P. Od proděravěných parozábran ke změnám technických norem. In *Zborník zo sympozia Strechy 2013* (pp. 134-140), Bratislava: STU v Bratislavě, Čech strechárov Slovenska. 2013.

ABSTRAKT

Příspěvek je syntézou mých přednášek za posledních deset let publikovaných na mezinárodním sympoziu Strechy Bratislava. Mezi jednotlivými příspěvky je viditelná spojitost. Nejprve jsou prezentovány konečné výsledky měření difúzních vlastností proděravěných parozábran, jenž doposud nebyly na sympoziu prezentovány. Následuje zamyšlení nad potřebou navrhování parotěsnicí vrstvy v plochých jednoplášťových střeších s klasickým pořadím vrstev. V závěrečné kapitole jsou uvedeny nové změny v tepelně technických požadavcích na šíření vlhkosti ve střešních pláštích.

PRODĚRAVENÉ PAROZÁBRANY

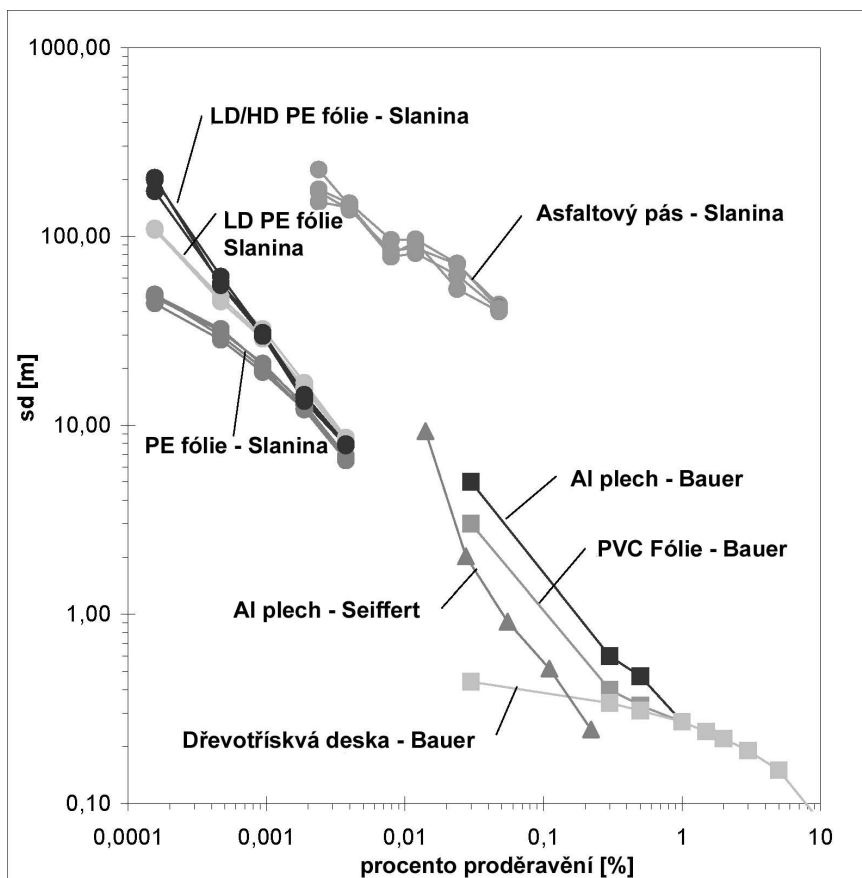
Mé první příspěvky na mezinárodním Sympoziu Strechy Bratislava v letech 2004 – 2007 byly věnovány měření difúzních vlastností proděravěných parotěsnicích vrstev ve střešních pláštích. Toto téma je detailně rozepsáno (včetně vyvinuté metodiky měření) v disertační práci [1] a výsledky byly shrnuty článkem v mezinárodním impaktovaném časopise Building and Environment [2]. Bohužel finální výsledky doposud nebyly prezentovány na sympoziu Strechy Bratislava, a proto jsou nejdůležitější závěry shrnuty v následujícím textu.

Tabulka 1: Naměřené hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky pro tři fólie v závislosti na rozdílném procentu jejich proděravění [2].

| Procento proděravění [%] | Fólie PE tl. 0,15,mm sd výrobce = 21 m | | Fólie LD PE tl. 0,22 mm sd výrobce = 198 m | | Fólie LD/HD tl. 0,30 mm sd výrobce = 360 m | |
|--------------------------|---|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | Naměřená ekvivalentní difúzní tloušťka - sd [m] | | | | | |
| | Vzorky | průměr, (sm. odchylka) | Vzorky | průměr, (sm. odchylka) | Vzorky | průměr, (sm. odchylka) |
| 0,00000 | 101,8 | 86,0 (±14,8) | 161,4 | 187,6 (±19,0) | 571,6 | 661,9 (±107,7) |
| | 99,8 | | | | | |
| | 72,9 | | | | | |
| | 69,5 | | | | | |
| 0,00016 | 47,5 | 47,4 (±2,0) | - | 109,2 (±0,9) | 173,4 | 192,4 (±13,6) |
| | 48,8 | | | | | |
| | 49,1 | | | | | |
| | 44,1 | | | | | |
| 0,00047 | 31,5 | 30,5 (±1,5) | 54,7 | 49,1 (±4,1) | 56,3 | 57,5 (±2,7)) |
| | 32,3 | | | | | |
| | 29,8 | | | | | |
| | 28,3 | | | | | |
| 0,00094 | 21,2 | 20,3 (±0,8) | 32,3 | 30,2 (±1,6) | 30,9 | 30,4 (±0,5) |
| | 20,8 | | | | | |
| | 20,0 | | | | | |
| | 19,1 | | | | | |
| 0,00187 | 12,7 | 12,5 (±0,3) | 16,8 | 16,1 (±0,5) | 14,5 | 13,9 (±0,4) |
| | 12,9 | | | | | |
| | 12,2 | | | | | |
| | 12,1 | | | | | |
| 0,00374 | 6,7 | 6,7 (±0,1) | 8,6 | 8,5 (±0,2) | 7,9 | 7,8 (±0,1) |
| | 6,9 | | | | | |
| | 6,7 | | | | | |
| | 6,5 | | | | | |

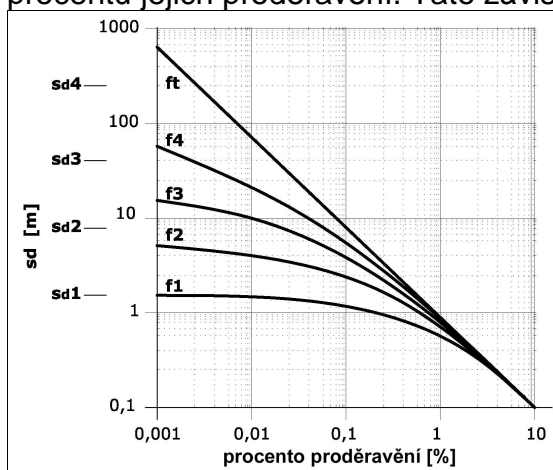
Faktor difúzního odporu μ [-], respektive ekvivalentní difúzní tloušťka s_d [m] parotěsnících vrstev (parozábran) výrazně klesají již při velmi malém procentu jejich poškození. Výsledky měření prováděných v laboratořích FSv, ČVUT v Praze jsou shrnuty v následující Tabulce 1.

Výsledků měření difúzních vlastností proděravěných fólií, pásů a plechů je v odborné literatuře velice málo [3-6]. Vzhledem k neúplnosti dat, lze mezi sebou porovnat jen část těchto měření. Porovnání několika výsledků měření shrnuje Obrázek 1.



Obrázek 1. Závislost ekvivalentní difúzní tloušťky proděravěných výrobků na procentu jejich proděravění podle různých autorů.

Z Obrázku 1 je patrná jistá závislost ekvivalentní difúzní tloušťky výrobků na procentu jejich proděravění. Tato závislost je zachycena na Obrázku 2.



Obrázek 2. Závislost ekvivalentní difúzní tloušťky na procentu proděravění obecných výrobků s rozdílnou ekvivalentní difúzní tloušťkou.

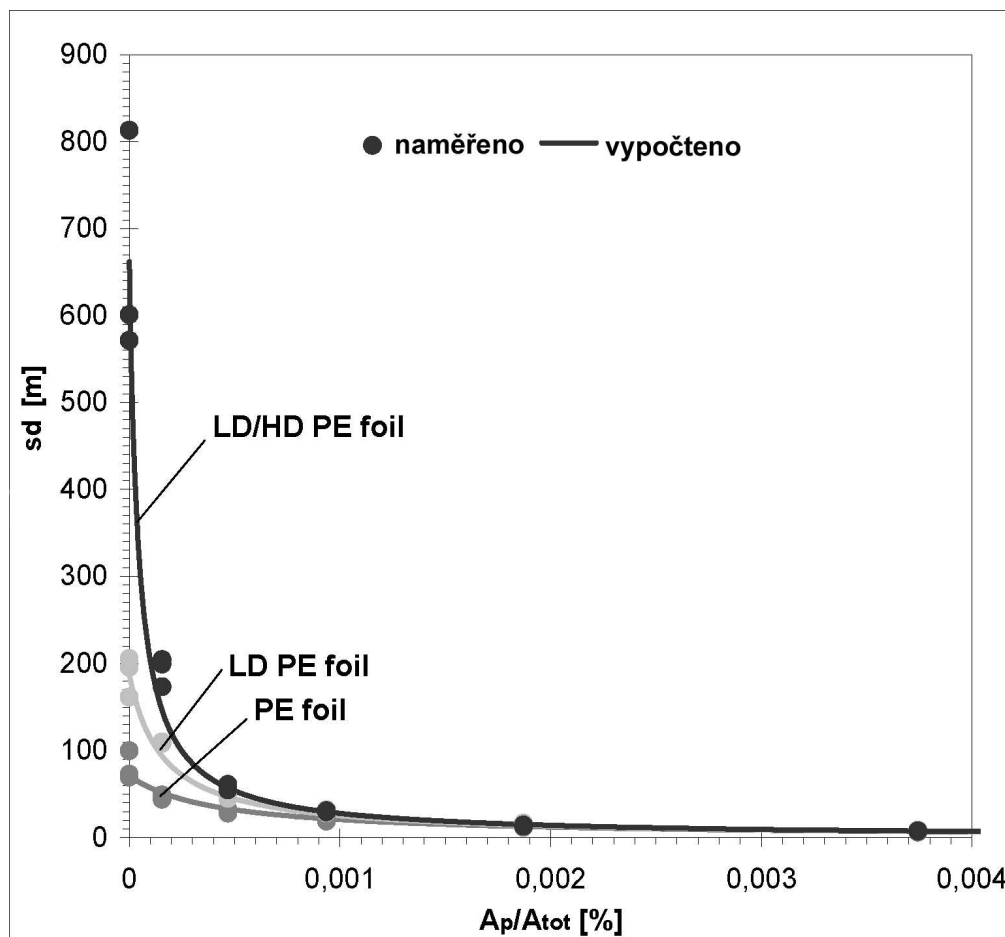
Na Obrázku 2 jsou zachyceny čtyři fiktivní materiály s rozdílnou ekvivalentní difúzní tloušťkou ($sd_1 - sd_4$) v neporušeném stavu a čtyři křivky (f_1-f_4) znázorňují pokles hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky se vzrůstajícím procentem proděravění. Pátá křivka (f_5) znázorňuje pokles ekvivalentní difúzní tloušťky nepropustného materiálu pro vodní páru (například hliníkový plech). Křivky (f_1-f_4) se dají vyjádřit následujícím vztahem (1),

$$sd_f = \frac{1}{((1 - f_{Ap}) / sd) + (f_{Ap} / sd_a)} \quad (1)$$

kde sd_f je ekvivalentní difúzní tloušťka proděravěného materiálu v [m],
 sd je ekvivalentní difúzní tloušťka neproděravěného materiálu v [m],
 sd_a je konstanta (vypočtená na základě měření [1]) $sd_a = 0,000292$ m,
 f_{Ap} je poměr proděravěné plochy materiálu k celkové ploše v [-].

Vztah (1) lze použít pouze pro tenké vrstvy ve stavebních pláštích jako jsou fólie, parozábrany, plechy, apod.

Obrázek 3 zachycuje porovnání vztahu (1) s měřeným provedeným v [1].



Obrázek 3. Porovnání naměřených hodnot sd se vztahem (1).

Příklad: Fólie s ekvivalentní difúzní tloušťkou v neporušeném stavu $sd = 100$ m, byla proděravěna. Procento poškození je 0,006% ($f_{Ap} = 0,00006$). Jaká bude hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky fólie při zadaném procentu poškození? Po dosazení do vztahu (1) nám vyjde:

$$sd_f = \frac{1}{((1 - 0,00006) / 100) + (0,00006 / 0,000292)} = 4,6 \text{ m}$$

Diskuse

Hloubavého čtenáře odkáži na článek [2], ve kterém byla provedena důkladná vědecká diskuse týkající se daného tématu. Na tomto místě bych rád položil jednu důležitou otázku, na kterou odpovídám v další části tohoto příspěvku.

Jak je možné, že naprostá většina střech v České i Slovenské republice funguje, přestože parozábrana v jejich souvrstvích neplní správně funkci? (Předpokládám, že u nezanedbatelně velkého počtu střech došlo k poškození parozábrany například kotevními prvky nebo nedbalostí při provádění střešního pláště.)

VÝVOJ PLOCHÝCH STŘEŠNÍCH PLÁŠŤŮ

V roce 2008 jsem na Symposiu Střechy Bratislava uvedl příspěvek [7], který se zabýval vývojem střešních pláštů v zahraničí i Československu v návaznosti na používání parotěsnících vrstev. Z příspěvku plyne, že rozvoj používání parozábran v zateplených pláštích vycházel z několika málo špatně prezentovaných výsledů jednoho výzkumu a k rozšíření používání parozábran dochází po 2. světové válce díky velmi dobře cílenému marketingu [8]. Na problémy s používáním parozábran a jejich nevhodnost se začíná poukazovat až na počátku 90. let 20. století [9]. V Československu na tento problém poukazuje hlavně Z. Kutnar, který píše o střeších ze 70. let 20. století: „Zpočátku se ... poruchy plochých střech s teplenou izolací z plynosilikátových tvárníc přisuzovaly difúzi a kondenzaci vodní páry. Tento názor vedl ve svých důsledcích ke vkládání parotěsných zábran do popsanych skladeb střech, což byla samozřejmě velká chyba“ [10].

V roce 2008 jsem v příspěvku [7] uvedl i výsledky dynamických simulací za pomoci softwaru WUFI, které jednoznačně potvrzovaly, že jednoplášťové střechy s klasickým pořadím vrstev vyhoví v určitých případech z hlediska šíření vlhkosti i bez použití parotěsnících vrstev.

Diskuse

Díky závěrům z příspěvku [7] mohu odpovědět na otázku z předchozího odstavce: V mnoha případech, kdy je ve střešním plášti parozábrana porušena (např. kotvením, či nedbalostí při výstavbě), nedochází k poruchám střešního pláště způsobených zkondenzováním vodní páry ve střešním plášti, protože v těchto střeších je parotěsnící vrstva zbytečná.

Avšak s touto odpovědí se objevuje další důležitá otázka: Proč většina odborníků v České i Slovenské republice stále požaduje (viz [7]), aby v zateplených jednoplášťových střeších s klasickým pořadím vrstev byla navržena i vrstva parotěsnící?

POŽADAVKY NA ŠÍŘENÍ VLHKOSTI VE STŘECHÁCH – ZMĚNY NOREM

V roce 2011 jsem na symposiu přednesl příspěvek [11], který se zabýval vývojem normových požadavků v Československu a České republice s hlavním zaměřením na požadavky týkající se šíření vlhkosti ve střešních pláštích. Závěry příspěvku byly:

- 1) Požadavek maximálního množství zkondenzované vodní páry $M_{CN} = 0,1 \text{ kg/m}^2$ uvnitř jednoplášťové střešní konstrukce je extrémně přísný a nelze dohledat, proč se tento požadavek objevil.

- 2) Pro projektanta je nezbytné dodržet mnoho normových hodnot, avšak kde se tyto hodnoty vzaly je známo pouze autorům normy. Bezmyšlenkovitě se kopírují požadavky z předchozích verzí norem a nedochází k potřebné diskusi v odborné literatuře.

Druhý závěr příspěvku byl potvrzen při změně normy ČSN 730540-2-Z1:2012 [12]. Velmi dobře organizované zájmové skupině se podařilo zrušit závazný požadavek na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu výplní otvorů. Tento požadavek byl v platnosti v českých normách 35 let. Podrobnosti k tomuto případu jsou přehledně shrnuty v jiném článku [13]. Zajímavostí je, že původní zpracovatelé normy ČSN 730540-2 napsali, že se na změně normy nepodíleli a že „konkrétní autor není známý“ [14]! Kdo tedy píše české technické normy, když to nevědí samotní zpracovatelé těchto norem?

Zpět ke střechám. Ve změně normy [12] došlo i k významné změně týkající se navrhování střeš. Mých několik dopisů zaslaných Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) zapříčinilo, že se v článku 6.3 změnila poznámka 2, jejíž text nově zní: „Pro hodnocení šíření vlhkosti konstrukcí se přípouští použití pokročilejších výpočtových metod podle ČSN EN 15026...“.

Tato poznámka umožňuje - konečně - střešní plášť posuzovat podle dynamických výpočetních postupů, které splňují požadavky normy ČSN EN 15026 [15] (například program WUFI). Navíc při použití dynamických výpočetních postupů neplatí nesmyslně přísný požadavek ČSN 730540-2:2011 [16] na maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř jednoplašťové střešní konstrukce.

Diskuse

Zbývá odpovědět na otázku z předešlé kapitoly, proč většina odborníků v ČR požaduje, aby v zateplených jednoplašťových střeších s klasickým pořadím vrstev byla navržena i vrstva parotěsnicí? Protože postupují přesně v souladu s požadavky uvedenými v normě [16] (tedy podle požadavků, o kterých nikdo neví, kde se vzaly) a podle zastaralých výpočetních postupů pocházejících z roku 1939 [11].

ZÁVĚR

Hlavní závěry tohoto příspěvku jsou:

- 1) Velmi malé procento proděravění v parozábranách výrazným způsobem zhoršuje jejich difúzní vlastnosti (ekvivalentní difúzní tloušťku). Jakým způsobem je uvedeno v první kapitole tohoto příspěvku.
- 2) Parozábrana nemusí být vždy použita v zateplených jednoplašťových střeších s klasickým pořadím vrstev, jak to ukazují výsledky z dynamických výpočtů, které velmi přesně popisují šíření vlhkosti ve střešním plášti.
- 3) Při posuzování střešního pláště na šíření vlhkosti je možné díky změně normy ČSN 730540-2-Z1: 2012 použít i pokročilejší dynamické výpočetní postupy splňující požadavky normy ČSN EN 15026: 2007.

Poznámka:

Citované práce autora lze nalézt na webových stránkách <http://www.slanina.cz>.

LITERATURA

- [1] Slanina, P. *Moisture Transport in Compact Flat Roofs*. Dizertační práce. Praha: ČVUT v Praze, 2009.
- [2] Slanina, P. & Šilarová, Š. Moisture transport through perforated vapour retarders. *Building and Environment*, (8)44, 1617-1626, 2009.
- [3] Seiffert, K. Messungen vom diffusionswiderstandsfaktoren. *Kaltetechnik 1960*;12(7):187–90, 1960.
- [4] Bauer, W. Influence of holes on water-vapor permeability of vapor-checking surface layers. In: *Symposium moisture problems in buildings*. Helsinki: RILEM-CIB; 1965.
- [5] Mrlík, F. *Vlhkostné problémy stavebných materiálů a konstrukcí*. Bratislava: Alfa; 1985.
- [6] Suprenant, B.A. & Malisch, W.R. Don't puncture the vapor retarder. *Aberdeen's Concrete Construction 1998*;43:1071–5.
- [7] Slanina, P. Ideální návrh ploché střechy z hlediska šíření vlhkosti. In *Zborník zo sympozia Strechy 2008* (pp. 133-140), Bratislava: STU v Bratislavě, Cech strechárov Slovenska, 2008.
- [8] Rose, B.R. Moisture control in the Modern Building Envelope: history of the Vapor Barrier in the U.S., 1923-52. *APT Bulletin 28* (4), 13-19, 1997.
- [9] Hutcheon, N.B. Forty Years of Vapour Barriers. In H.P.Trechsel & M.Bomberg (Eds), *Water Vapor Transmission Through Building Materials and Systems. Mechanisms and Measurement* (pp.5-7). Philadelphia: ASTM STP, 1989.
- [10] Kutnar, Z. Vývoj skladeb plochých střech – interakce vad a poruch. In L. Hanzalová & Š.Šilarová (Eds), *Ploché střechy* (pp.284-305). Praha: Informační centrum ČKAIT, (2005).
- [11] Slanina, P. Nechte nás navrhovat střechy správně! Konstruktivní kritika nové tepelně technické normy ČSN 730540-2 In *Zborník zo sympozia Strechy 2011* (pp. 39-45), Bratislava: STU v Bratislavě, Cech strechárov Slovenska, (2011).
- [12] ČSN 730540-2-Z1:2012. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. Změna Z1*. Praha: ÚNMZ, 2012.
- [13] Slanina, P. Nejnižší povrchová teplota výplní otvorů. *Časopis Stavebnictví (06-07)VI*, 2012, 28-34. ISSN 1802-2030
- [14] Tywoniak, J. & Svoboda, Z. Stručný komentář autorů revize ČSN 730540-2:2011. *Časopis Stavebnictví (06-07)VI*, 2012, 34. ISSN 1802-2030
- [15] ČSN EN 15026:2007. *Hodnocení šíření vlhkosti stavebními dílci pomocí numerické simulace*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [16] ČSN 73 0540-2: 2011. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: ÚNMZ, 2011.