

VLIV KOTVENÍ PAROTĚSNÉ VRSTVY NA JEJÍ VLASTNOSTI

Šárka Šilarová, Petr Slanina

Fakulta stavební ČVUT v Praze, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, silarova@fsv.cvut.cz

During designing of single-layer roof structure is measured amount of moisture inside the roof. The amount is calculated by simple counting methods, which are called Glaser methods and which are published in Czech norms ČSN 730540-4 and ČSN EN ISO 13788. The simple counting model supposes only one-dimension diffusion of moisture and it doesn't correspond to reality in cases multidimensional diffusion of moisture, which is caused by unhomogeneity of roof layers. Unhomogeneity of roof layers can be done by several causes – one of them is a mechanical fixing system of roof structure. We focused on diffusion properties of vapour barriers, which are pricked by mechanical fixing elements.

1. Úvod

Při navrhování střešních konstrukcí je třeba zabránit nadměrnému šíření vlhkosti do skladby střešního pláště. V důsledku nahromadění vlhkosti by mohlo dojít ke kondenzaci vodních par, a tak ke ztrátě požadované funkce střešní konstrukce (může dojít k podstatnému snížení životnosti střešní konstrukce, ke snížení povrchové teploty konstrukce vedoucí ke vzniku plísní, k objemovým změnám a výraznému zvýšení hmotnosti konstrukce mimo rámec rezerv statického výpočtu nebo ke zvýšení hmotností vlhkosti materiálů na úroveň způsobující jejich degradaci). Z těchto důvodů se navrhuje u jednoplášťových střech s klasickým pořadím vrstev vrstva parotěsná. Další možností je navržení střechy s obráceným pořadím vrstev, kde při vhodně zvolené tloušťce tepelné izolace je obvykle zcela vyloučena kondenzace vodních par ve střešní skladbě. Jinou možností je navržení dvouplášťové střešní konstrukce. Při tomto návrhu je nezbytné ověřit maximální relativní vlhkost vzduchu vně dutiny, která nesmí přesáhnout normové hodnoty i při předpokládaném bezvětří.

V současné době je nejčastěji navrhována jednoplášťová střecha s klasickým pořadím vrstev.

2. Parotěsná vrstva

Hlavní funkcí parotěsné vrstvy je snížit či zabránit šíření vlhkosti z interiéru do dalších vrstev střešního pláště, kde by v důsledku poklesu teploty došlo ke kondenzaci vodní páry. Parotěsná vrstva se umísťuje co nejbližší k vnitřnímu prostředí. Nesmí se umísťovat pod vrstvy se zabudovanou vlhkostí (například monolitické spádové vrstvy), neboť vypařování vlhkosti by bylo problematické a v některých případech i nemožné. Pro spolehlivou funkci musí být tato vrstva parotěsně napojena na všechny prostupující obvodové konstrukce a prvky. Použitím parotěsné vrstvy se snižuje průvzdušnost konstrukce, což se kladně projeví u lehkých střešních konstrukcí.

V českých předpisech a normách nejsou v současnosti definovány konkrétní požadavky na parotěsnou vrstvu. V normě ČSN 731901 je pouze uvedeno, že „dimenze parotěsné vrstvy se navrhuje podle ČSN 730540-1-4“ a že „parotěsné vrstvy se zpravidla navrhují z pásových povlaků podle ČSN 730606“.

2.1. Rozdělení podle ekvivalentní difúzní tloušťky

V české odborné literatuře [1,2] se můžeme setkat s dělením parotěsných vrstev podle hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky, přičemž hodnota ekvivalentní tloušťky s_d [m] vyjadřuje ekvivalentní difúzní tloušťku vrstvy vzduchu, která by kladla stejný difúzní odpor

jako tloušťka vrstvy konstrukce. V české odborné literatuře [1,2] se parotěsné vrstvy rozlišují na:

- parobrzdy je-li $100 \text{ m} < sd \leq 1500 \text{ m}$
- parotěsné zábrany je-li $sd \geq 1500 \text{ m}$

„Parobrzda“ pochází z doslovného německého překladu slova „dampfbremse“. Tento výraz není uveden v žádné německé ani české normě a je pouze používán výrobci a distributory k rozlišení vlastností výrobků.

V německé normě DIN 4108-3:2001 se materiály rozlišují podle ekvivalentní difúzní tloušťky do tří kategorií:

- I. kategorie – difúzně propustné materiály $sd < 0,5 \text{ m}$
- II. kategorie – difúzně málo propustné materiály $0,5 \text{ m} < sd < 1500 \text{ m}$
- III. kategorie – difúzně nepropustné materiály $sd > 1500 \text{ m}$

2.2. Rozdělení parotěsných zábran podle materiálů

Parotěsná vrstva je tvořena hydroizolačními materiály s velkým difúzním odporem. Nejčastěji je užito asfaltových pásů a fólií, ale používají se i další materiály.

Asfaltové pásy se používají tytéž jako pro hydroizolační vrstvu, pokud mají dostatečný difúzní odpor. Nebo se používají asfaltové oxidované a modifikované pásy, které obsahují speciální hliníkovou fólii. Jejich tloušťka se obvykle pohybuje kolem 3,5 – 5 mm.

Parotěsné fólie se nejčastěji používají termoplastické fólie na bázi PE nebo měkčeného PVC. Mohou být vyztuženy PP vlákny a s ochranou hliníkovou vrstvou na jejím povrchu. Tloušťka parotěsných fólií se obvykle pohybuje mezi 0,1 – 0,3 mm.

Pěnové sklo je tepelná izolace, která současně tvoří i parotěsnou vrstvu. Parotěsná vrstva vytvořená z pěnového skla o tloušťce několika centimetrů je pro vodní páru téměř nepropustná. Záleží však na důkladném slepení spár mezi jednotlivými dílci.

Další materiály (např. tenké hliníkové plechy) se mohou použít pro parotěsnou vrstvu pouze v případě, kdy bude parotěsně zajištěna vzájemná návaznost jednotlivých dílců mezi sebou.

3. Navržení parotěsné vrstvy

Parotěsná vrstva by se měla navrhovat nad prostorem s tepelnými požadavky tak, aby byly splněny požadavky normy ČSN 730540-2:2002, vyhlášky 291/2001 Sb. a zákona 406/2000 Sb. na množství zkondenzované vlhkosti uvnitř konstrukce.

Zkondenzované množství vodní páry se prokazuje výpočtem po měsících podle normy ČSN EN ISO 13788. Pokud nejsou dostatečně známy návrhové klimatické hodnoty může se výpočet provést podle normy ČSN 730540-4.

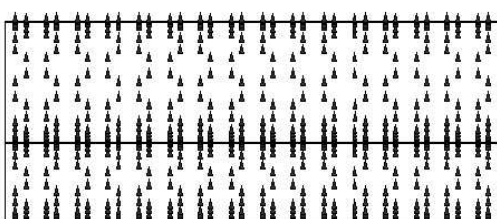
Výpočet podle ČSN EN ISO 13788 lépe simuluje chování vlhkosti v průběhu roku, než výpočet podle původní české normy ČSN 730540-4. Přesto je počítáno s jednoduchým výpočtem modelem a dosažené výsledky často neodpovídají reálnému stavu. Je to dáno zanedbáním několika vlivů, které norma opomíjí:

- a) Skutečné okrajové podmínky nejsou během měsíce konstantní.
- b) Jsou zanedbávána působení solárního a dlouhovělného záření.
- c) Použití konstantních vlastností materiálů je přibližné.
- d) Je uvažováno s jednorozměrným šířením vlhkosti.
- e) Součinitel tepelné vodivosti závisí na obsahu vlhkosti a teplo je uvolňováno/akumulováno při kondenzaci/vypařování. To mění rozložení teplot v konstrukci, což má vliv na zkondenzované/vypařené množství.

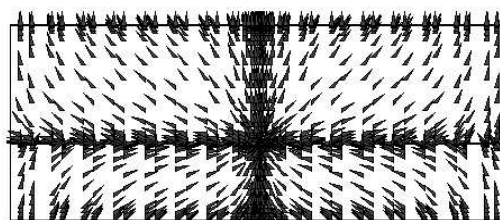
- f) Pohyb vzduchu trhlinami nebo ve vzduchových dutinách může způsobovat rozložení vlhkosti podle proudění vzduchu. Déšť nebo tající sníh mohou také ovlivnit vlhkostní podmínky.

Vlivy a) a b) jsou zpravidla na straně bezpečnosti. Ostatní vlivy vedou ke zvýšení vlhkosti, která se dostane do střešního pláště, kde pak dochází k vyšší kondenzaci než předpokládá jednoduchý výpočtový model podle normy.

Nejvýraznější přírůstek vlhkosti ve střešním plášti oproti výpočetnímu modelu je díky nehomogenním vlastnostem materiálů, kdy dochází v místě porušení materiálů (hlavně u materiálů s velkým difúzním odporem jako jsou parotěsné fólie a hydroizolační pásy) k vícerozměrnému šíření vlhkosti. Vznikají tak „vlhkostní mosty“, které jsou analogické k tepelným mostům. Na následujících obrázcích je znázorněno jednorozměrné a dvojrozměrné šíření vlhkosti ve střešním plášti.



Obr.1 Jednorozměrné šíření vlhkosti – parotěsná zábrana je neporušena



Obr.2 Dvojrozměrné šíření vlhkosti – parotěsná zábrana je perforována a vzniká tak „vlhkostní most“

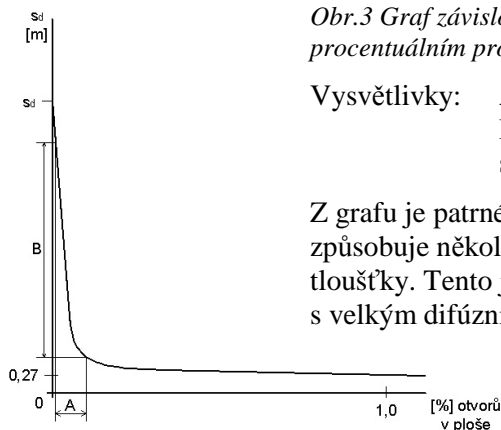
K nehomogenitě materiálů zabudovaných ve střešním souvrství může dojít s několika příčin:

- technologickou nekázní při výstavbě,
- nevhodným spojením jednotlivých materiálů,
- mechanickým kotvením střešního pláště.

Norma ČSN 13788 uvádí, že může dojít k poklesu ekvivalentní difúzní tloušťky u takto poškozených materiálů s velkým difúzním odporem až o několik řádů. Podle [1] se doporučuje odborným odhadem snížit podle procenta poškození faktor difúzního odporu až na 10% jeho původní hodnoty. Hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky např. proděravěné parotěsné zábrany kotevními prvky nebyly doposud v České Republice stanoveny.

Množství vlhkosti, která pronikne do střešního souvrství díky vícerozměrnému šíření vlhkosti, se nedá stanovit analytickým výpočtem a je zapotřebí použít numerických metod nebo laboratorní měření difúze.

Dosavadní laboratorní měření, které byly prováděny ve VÚPS Zlín a v poslední době i v laboratořích FSv-ČVUT, prokazují výrazné zvýšení hmotnostního toku již při velmi malém porušení vrstev s velkým difúzním odporem. Na následujícím grafu je znázorněna závislost hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky materiálu na procentu proděravěné plochy vzorku.



Obr.3 Graf závislosti hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky materiálu na jeho procentuálním proděravění otvory

Vysvětlivky: A – interval procentuálního podílu otvorů na celkové ploše
B – interval hodnot ekvivalentní dif. tloušťky vzhledem k A
 s_d – ekvivalentní difúzní tloušťka materiálu

Z grafu je patrné, že poměrně malý interval podílů otvorů na celkové ploše způsobuje několikanásobně větší interval hodnot ekvivalentní difúzní tloušťky. Tento jev bude zřetelnější především u tenkých vrstev z materiálů s velkým difúzním odporem.

Z dosavadních výsledků měření plyne, že hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky klesá v závislosti na velikosti proděravěné plochy procentuálně rychleji u materiálů s větším difúzním odporem. Na skutečné střeše však procento proděravěné plochy k celkové ploše může být i několikanásobně menší než při laboratorních měřeních. V současné době se v laboratořích FSv staví měřicí zařízení pro měření difúze, které upřesní dosavadní naměřené výsledky.

Dalším zajímavým závěrem z dosavadních měření je, že při měření hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky parotěsných zábran, které byly proděravěny nasimulovaným kotevním prvkem, byl pokles hodnoty ekvivalentní difúzní tloušťky vyšší u parotěsných fólií než u asfaltových pásů. To může být zapříčiněno lepším přilnutím okraje asfaltového pásu ke kotevnímu prvku nebo menší plochou, které vznikne u provrtání asfaltových pásů oproti parotěsným fóliím. V dalším měření difúzních vlastností materiálů, které upřesní dosavadní měření, se bude i nadále pokračovat.

4. Závěr

Na základě dosavadních laboratorních měření difúzních vlastností materiálů je možno uvést některá doporučení pro navrhování střešních konstrukcí.

- 1) Zajistit zvýšenou technologickou kázeň při pokládání a napojování jednotlivých pásů parotěsných zábran.
- 2) Při navržení plochých jednoplášťových střeš s klasickým pořadím vrstev používat pro stabilizaci střešního pláště přitěžovací vrstvy nebo jednotlivé střešní vrstvy lepit mezi sebou a vyhnout se tak kotvení hydroizolačního souvrství, které by způsobilo perforaci parotěsné vrstvy – hlavně u těžkých nosních konstrukcí.
- 3) Upřednostnit návrh střešy s obráceným pořadím vrstev, která při vhodně zvolené tloušťce tepelné izolace obvykle zcela vylučuje kondenzaci vodních par ve střešním plášti.

Text byl zpracován za podpory MSM 210000001.

5. Literatura

- [1] HANZALOVÁ, L., ŠILAROVÁ, Š. a kolektiv. *Ploché střešy - navrhování a sanace*. Praha: Public History, 2001. 397s. ISBN 80-86445-08-9.
- [2] NOVOTNÝ, M., MISAR, I. *Ploché střešy*. Praha: Grada, 2003. 180s. ISBN 80-7169-530-0
- [3] KULHÁNEK, F., TYWONIAK, J. *Stavební fyzika 20 – Stavební tepelná technika*. Praha: ČVUT, 2000. 140s. ISBN 80-01-02219-6.
- [4] VAVERKA, J., CHYBÍK, J., MRLÍK, F. *Stavební fyzika 2 – stavební tepelná technika*. Brno: Vutium, 2000. 420s. ISBN 80-214-1649-1
- [5] SLANINA, P. *Definování parotěsné vrstvy u plochých jednoplášťových střeš*. Praha: ČVUT – FSv, 2003. 180s.
- [6] ČSN 730540-1-4 : 2002 *Tepelná ochrana budov – Část 1 až Část 4*
- [7] ČSN 731901 : 1999. *Navrhování střeš – Základní ustanovení*.
- [8] ČSN EN ISO 13788 : 2002 *Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků – Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce – Výpočtové metody*.