

**VLIV PERFOTACE KONTAKTNÍHO ZATEPLOVACÍHO SYSTÉMU NA
VLHKOSTNÍ CHOVÁNÍ KONSTRUKCE***Influence Perforations thermal Insulation Composite System onto Humidity behavior of Structures***Ing. Petr Jaroš, Ph.D., DECOEN v.o.s., petr.jaros@decoen.cz*****Abstrakt***

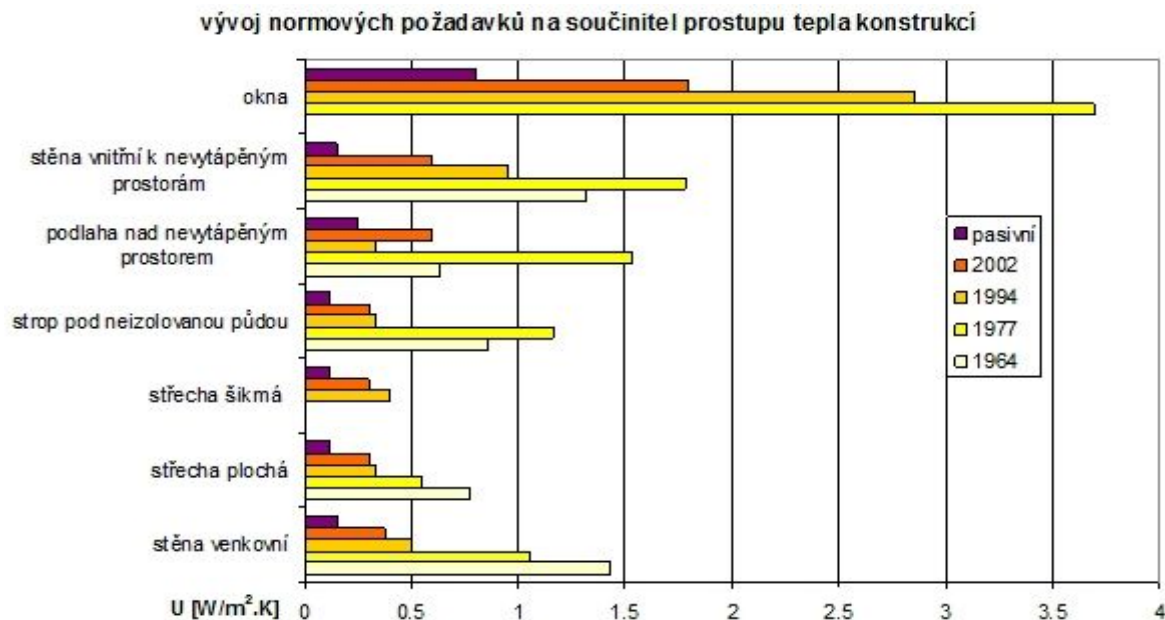
Vnější kontaktní zateplovací systém je nejrozšířenější a nejpoužívanější konstrukce používaná pro stavby určené k bydlení. Vlivem snižování potřeby energie jsou na obalové konstrukce kladeny stále přísnější požadavky. Tyto požadavky musí splňovat veškeré konstrukce, nejen u novostaveb ale i u rekonstrukcí a sanací, do kterých zasahujeme.

Vlivem nedostatečné projektové dokumentace nebo technologické nekázně dochází k vzniku vad a poruch. Sanace či rekonstrukce vnějšího kontaktního zateplovacího systému závisí především na rozsahu a zdroji dané poruchy. Díky velkému nárůstu realizací v 90. letech především u panelových domů nastává čas, kdy se jednotlivé poruchy a vady začínají objevovat a lze předpokládat jejich nárůst. Proto je nutné se sanací KZS zabývat. Nejvýhodnějším způsobem sanace (z hlediska finančního i ekologického) je zachování stávající konstrukce v maximální možné míře. Pro kvalitní a bezchybný návrh sanace musíme znát především tepelně-vlhkostní chování daného souvrství. To je u souvrství s nadměrným množstvím vlhkosti obtížné. Vlivem perforace (tenkovrstvé omítky včetně základní vrstvy) na vysychání tepelně-izolační vrstvy a teplotně-vlhkostním chováním neporušeného vlhkého KZS se zabývá tento článek.

Požadavky na kzs

V poslední době dochází k velkému nárůstu realizací kontaktních zateplovacích systémů. Je to dáno především neustále se zvyšujícími nároky v oblasti snižování potřeby energie na vytápění. Tepelně technické požadavky pro obalové konstrukce budov jsou stanoveny v závazné normě ČSN 730540 – 2:2007 „Tepelná ochrana budov“ [1]. Zpřísnující požadavky na součinitel prostupu tepla U obalové konstrukce jsou uvedeny v grafu číslo 1.

Graf č. 1 Vývoj požadavků na součinitel prostupu tepla různých konstrukcí [2]



Vnější kontaktní zateplovací systém má ověřenou životnost až 50 let. Na délku životnosti má velký vliv dodržování technologie a správnost projektové dokumentace. Základní informace pro projektovou dokumentaci a pro technologii provádění jsou v ČSN 73 2901:2005 „Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů (ETICS) [3]. Podrobné pokyny aplikace obsahují technické listy jednotlivých výrobců tepelně-izolačních systémů.

Možnosti sanace kzs

Vlivem technologické nekázně v průběhu provádění a nedostatečnou projektovou dokumentací dochází k poruchám a vadám KZS. Co ale s poškozenou nebo degradovanou konstrukcí? Je možné tento typ tepelně izolačního souvrství sanovat?

Nejprve je nutné provést podrobný a kvalitní stavebně technický průzkum. Na základě informací plynoucích ze stavebního průzkumu se rozhodne, zda konstrukci demontovat nebo sanovat. Demontáž KZS není technicky náročná, po odstranění stávající konstrukce se aplikujeme zcela nové tepelně-izolační souvrství s dostatečnou tloušťkou tepelné izolace.

Pokud se bude konstrukce sanovat, tak mohou nastat dva případy.

- V prvním případě (původní konstrukce je plně funkční) pouze doplníme KZS o nové tepelně-izolační souvrství. Aplikace nového souvrství není technicky náročná, přesto však musíme dodržovat základní pravidla (např. seřazení vrstev z hlediska difuzního odporu sestupně od interiéru k exteriéru).

- Problém nastává v druhém případě, při aplikaci nového KZS na porušený či poškozený kontaktní zateplovací systém. Největší problém je vlhkost, která v KZS může být nashromážděna, bez rozdílu jde-li o kondenzaci či zatékání. Na reálné konstrukci bylo změřeno až 300% hmotnostní vlhkost v tepelné izolaci z EPS. Tato hodnota je tak vysoká, že je nezbytné stávající tepelně izolační vrstvu zcela odstranit a nahradit ji novou. Kromě dlouhodobého vysychání je problém především s nefunkčností tepelně izolační vrstvy. Co ale v případě množství hmotnostní vlhkosti do 50%. Je reálné, aby taková konstrukce byla opatřena doplňkovým KZS? Za jak dlouho taková konstrukce vyschne?

Na dobu vysychání má vliv mnoho faktorů, mezi které patří:

- Množství vlhkosti obsažená v jednotlivých vrstvách KZS a nosné konstrukce
- Vnitřní a vnější prostředí (teplota, vlhkost)
- Materiálové složení konstrukce (EPS, vata, druh tenkovrstvé omítky, atd.)
- Orientace KZS ke světovým stranám
- Povrchová úprava jednotlivých vrstev (míra perforace apod.)

Tab. 2 Hmotnost plošné vlhkosti v závislosti na hmotnostní vlhkosti

hmotnostní vlhkost u [%]	hmotnost vlhkosti v ploše 1 m ² m [kg]
10	0,2
20	0,4
30	0,6
40	0,8
50	1
60	1,2
75	1,5
100	2
150	3
200	4
300	6

$$u = \frac{m_m - m_s}{m_s} \cdot 100 [\%]$$

u – vlhkost materiálu [%]

m_s – hmotnost suchého materiálu [kg]

m_m – hmotnost mokrého materiálu [kg]

Pozn. Vypočtené hodnoty jsou stanoveny pro EPS 100 s objemovou hmotností 20 kg/m³, tloušťka je 100 mm.

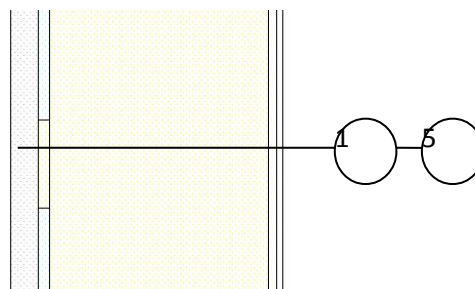
Experimentální měření transportu vlhkosti

Za podpory grantu SGS 10/129/OHK1/2T/11 byl realizován experiment zaměřený na vliv perforace tenkovrstvé vnější omítky a základní vrstvy stávajícího KZS na transport vlhkosti z konstrukce. Cílem experimentu bylo porovnání poklesu vlhkosti v tepelně izolační vrstvě mezi vzorky s odlišnou povrchovou úpravou a následně ověřit soulad naměřených hodnot s výpočty. Měření proběhlo v Experimentálním centru ČVUT na Fakultě stavební v Praze.

Experimentální konstrukce byla navržena tak, aby bylo dosaženo maximální shody v materiálovém složení s reálnými KZS realizovanými především na panelových domech. Tloušťky tepelných izolací u realizací v ČR koncem 90. let se pohybovaly v rozmezí 50 mm až 120 mm. Dle platné legislativy jsou v dnešní době tyto tloušťky nedostačující. Tzn. při zásahu do obalové konstrukce (při sanaci či rekonstrukci) musí dojít k doplňkovému KZS. To je jeden z hlavních důvodů, proč je nutné se zabývat problematikou doplňkových kontaktních zateplovacích systémů.

Obr. 1 Složení experimentální konstrukce

- 1- Cementová deska Aquapanel 12,5 mm,
- 2- PU pěna 5 mm
- 3- EPS 100 tloušťky 100 mm,
- 4- základní vrstva včetně výztužné tkaniny 4 mm,
- 5- vnější tenkovrstvá omítka 2,5 mm



Byly vyrobeny dva experimentální vzorky o velikosti 380 mm x 600 mm, jejichž měření probíhalo současně v jedné klimatické komoře. První vzorek byl bez úprav základní vrstvy a tenkovrstvé omítky. Druhý vzorek měl tyto dvě vrstvy perforovány. Perforace byla provedena v 20% celkové plochy vzorku systémem podélných drážek o šířce 40 mm a 35 mm. Do původní konstrukce byla vlhkost vnesena ponořením tepelné izolace do vody po dobu 10 dní a bylo dosaženo 42% hmotnostní vlhkosti.

Protože transport vlhkosti v konstrukci je velmi zdlouhavý jev a výsledky by byly měřitelné až po několika měsících, byly hodnoty okrajových podmínek navrženy takto:

- Exteriér: teplota $\theta_e = 10^\circ\text{C}$ relativní vlhkost $\phi_e = 84\%$
- Interiér: teplota $\theta_i = 50^\circ\text{C}$ relativní vlhkost $\phi_i = 50\%$

Tab. 3 Vstupní hodnoty vzorku s neperforovanou povrchovou úpravou

Materiál	Tloušťka t [mm]	Faktor difuzního odporu μ [-]	Objemová hmotnost ρ [kg.m ⁻³]	Hmotnostní vlhkost u [%]
Aquapanel	12,5	19	980	6,6
PU pěna	5	25	26	0,4
EPS 100 F	100	50	19,1	41,52
Capatect EPS 181	4	15	1500	8,89
Capatect KD Putz	2,5	110	1800	

Tab. 4 Vstupní hodnoty vzorku s povrchovou úpravou (perforace 20%)

Materiál	Tloušťka t [mm]	Faktor difuzního odporu μ [-]	Objemová hmotnost ρ [kg.m ⁻³]	Hmotnostní vlhkost u [%]
Aquapanel	12,5	19	980	6,6
PU pěna	5	25	26	0,4
EPS 100 F	100	50	18,8	41,37
Capatect EPS 181	4	15	1500	12,2
Capatect KD Putz	2,5	110	1800	

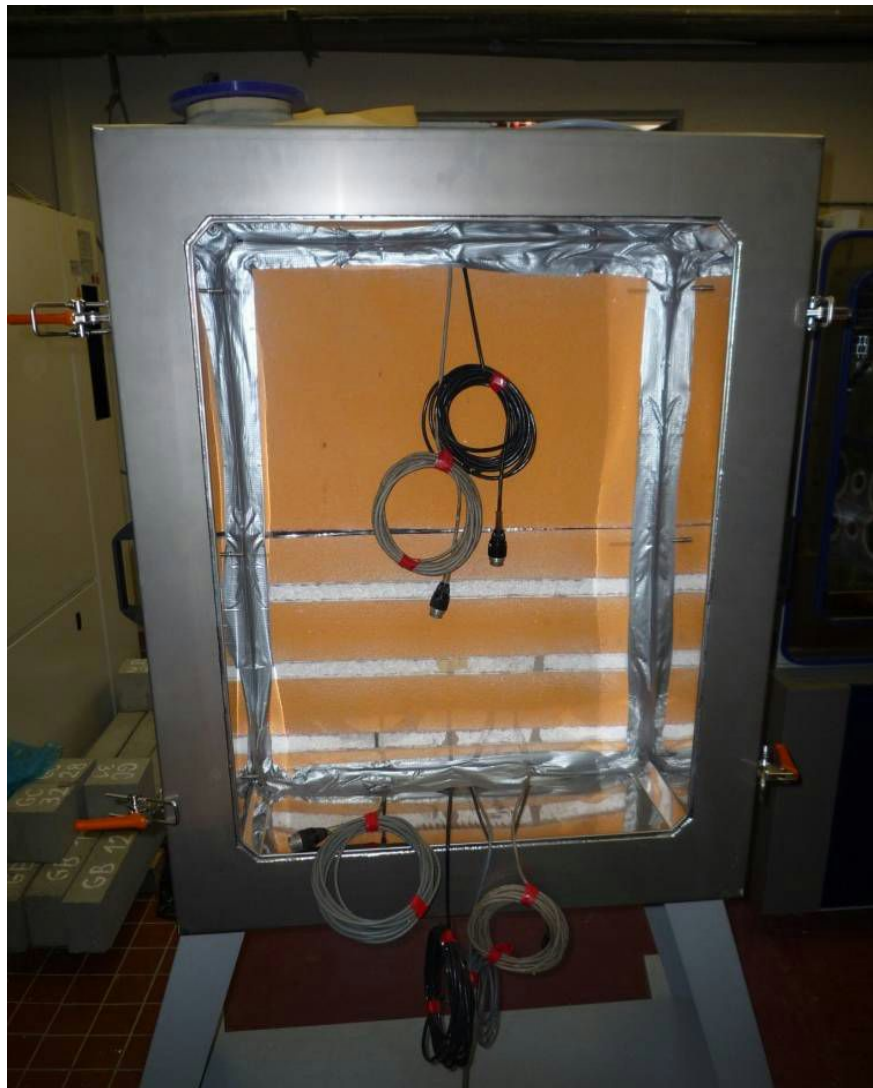
Experimentální vzorky byly umístěny mezi dvě klimatické komory a zatíženy výše uvedenými teplotními a vlhkostními okrajovými podmínkami po dobu 10 dní. Protože v současné době existují pouze čidla měřící vlhkost s nedostatečnou přesností nebo velikostí pro tento experiment, bylo provedeno měření vlhkosti metodou vážení. Po separaci jednotlivých vrstev konstrukce byla chyba v určení hmotnosti do 1%. Pro určení objemové hmotnosti byly vzorky podrobeny cyklu vysoušení a vážení v klimatické komoře a dosušení pomocí silikagelu.

Experiment potvrdil, že perforace základní vrstvy a omítky má velký vliv na transport vlhkosti z KZS. Z původních 41,52% hmotnostní vlhkosti EPS vzorku č. 1 (neperforovaný) došlo k poklesu vlhkosti na $u = 35,80$ %. U vzorku č. 2 (perforovaný) došlo ke snížení hmotnostní vlhkosti z původních 41,52% na vlhkost $u = 33,72$ %.

Obr.2 Experimentální vzorky



Obr.3 Umístění vzorků v tunelu mezi klimatickými komorami

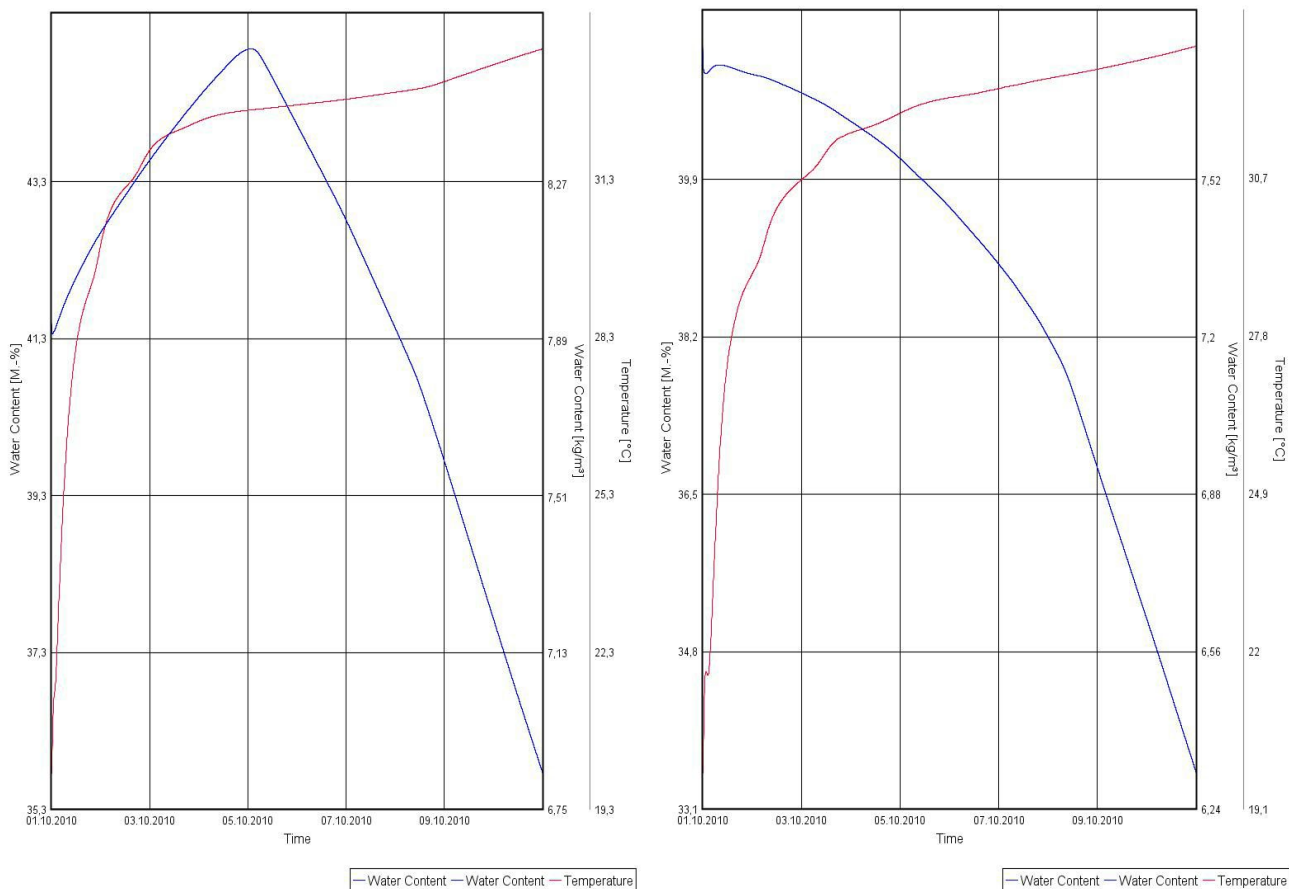


Transportu vlhkosti stanovený výpočtem

Pro ověření správnosti měření byly výsledky měření porovnány s výpočty. Byl použit software WUFI 2D, který umožňuje realistický výpočet dynamického dvourozměrného šíření tepla a vlhkosti ve vícevrstevných stavebních konstrukcích vystavených venkovnímu počasí. Software vychází z nejnovějších výsledků zkoumání transportu tepla, vodní páry i kapalné vlhkosti ve stavebních materiálech a byl verifikován mnoha srovnávacími měřeními in situ i v laboratořích IBP (Fraunhofer-Institut für Bauphysik). [4]

Odchylka výpočtu s neměřenými hodnotami činila maximálně 0,25% hmotnostní vlhkosti.

Graf č. 1 Průběh transportu vlhkosti a teplot v EPS



Pozn. Na levé straně je graf pro vzorek I (neperforovaný), na straně pravé je graf pro vzorek II (perforovaný z 20%)

Z výše uvedených grafů plyne zásadní rozdíl v chování experimentálních vzorků. U neperforovaného vzorku dochází v prvních 4 dnech k hromadění vlhkosti v tepelně - izolační vrstvě, na rozdíl od perforovaného vzorku, u kterého vlhkost v izolační vrstvě začíná klesat bez počátečního nárůstu. Tento jev je dán především okrajovými podmínkami a perforací základní vrstvy včetně tenkovrstvé omítky.

Závěr

Na základě výsledků tohoto experimentu je možné konstatovat, že perforace základní vrstvy a tenkovrstvé vnější omítky má velký vliv na vlhkovostní chování KZS. Rozdíl mezi neperforovanou a perforovanou (v ploše 20%) povrchovou úpravou byl 24,1%. Kromě již zmíněné přednosti (rychlost vysychání konstrukce) je tento způsob sanace nejšetnější možným řešením vzhledem k životnímu prostředí. Množství stavebního odpadu díky zachování stávajícího souvrství je minimální. Proto je nevyhnutelné se tímto technickým řešením v budoucnu zabývat.

Tab. 5 Výsledné naměřené hodnoty poklesu vlhkosti v EPS

Číslo vzorku	Počáteční vlhkost u_p [%]	Výsledná vlhkost u_v [%]	Množství odpařené vlhkosti u_o [%]	Hmotnost odpařené vlhkosti m [kg]	Rozdíl [%]
I (neperforovaný)	41,52	35,8	5,72	$24,9 \cdot 10^{-3}$	24,1
II (perforovaný)	41,37	33,7	7,67	$32,8 \cdot 10^{-3}$	

Maximální přípustná míra perforace na reálné konstrukci je závislá především na počtu kotevnic prvků a na umístění KZS (nároží, výška nad terénem atd.). Ověření vlivu perforace na reálné konstrukci doposud nebyl realizován. Kromě pracnosti je zde problém především s ověřovacím měřením a technickým vybavením (dlouhodobost měření a přesnost měřících čidel).

Literatura

- [1] ČSN 730540: 2007 Tepelná ochrana budov. Praha Český normalizační institut.
- [2] <http://www.ekowatt.cz>
- [3] ČSN 732901:2005 Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů (ETICS). Praha Český normalizační institut.
- [4] <http://www.wufi.cz/>
- [5]

Ing. Petr Jaroš, Ph.D. (*1982)

je soudním znalcem v oboru stavebnictví se specializací na obalové konstrukce, střešní konstrukce a podlahy. Je energetickým specialistou zapsaným v seznamu MPO a autorizovanou osobou pro obor pozemní stavby zapsaný v seznamu ČKAIT. Absolvoval doktorské studium na ČVUT Fakultě stavební v Praze. V současné době řídí společnost DECOEN v.o.s. zaměřující se na tepelnou techniku a na snižování energetické náročnosti budov a znalecký ústav DECOEN znalecký ústav s.r.o.