



# DEK TIME

03 | 2011

ČASOPIS SPOLEČNOSTI DEK PRO PROJEKTANTY A ARCHITEKTY  
ČASOPIS SPOLEČNOSTI DEK PRE PROJEKTANTOV A ARCHITEKTOV

VZDUCHOTĚSNOST  
BYTOVÝCH DOMŮ  
VIKTOR ZWIENER, LEOŠ MARTIŠ

HYDROIZOLAČNÍ  
DEFEKTY  
SPODNÍ STAVBY  
RODINNÉHO DOMU  
KUTNAR



# PLASTOVÁ OKNA BALKONOVÉ A VSTUPNÍ DVEŘE S VÝBORNÝMI TEPELNĚIZOLAČNÍMI VLASTNOSTMI

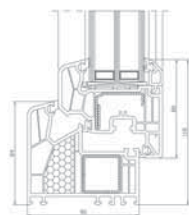
## WINDEK PVC CLIMA STAR

Pro okna a balkonové dveře **WINDEK PVC CLIMA STAR** jsou použity šestikomorové profily rámu okna šířky 84 mm a šestikomorové profily rámu křídla šířky 80 mm. Profil rámu okna má konstrukční hloubku 90 mm, profil rámu křídla 84 mm. Hodnota součinitele prostupu tepla rámu je  $U_i = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Mechanické vlastnosti obou rámu zajišťují ocelové pozinkované výtuhy tl. 1,5 mm v rámu uzavřená v křídle otevřená. Těsnění funkční spáry (mezi křídlem a rámem) zajišťuje dvojstupňové neextrudované těsnění (středový systém těsnění).

Profily rámu i křídla mají tloušťky stěn 3 mm (pohledové i nepohledové) a splňují požadavky pro třídu A dle normy EN 12608. Pro třídu A musí být minimální tloušťka pohledových stěn profilu  $\geq 2,8 \text{ mm}$  a pro nepohledové plochy  $\geq 2,5 \text{ mm}$ .

Pro zlepšení tepelně technických vlastností může být jedna z komor v rámu okna vyplněna tepelně izolační tvrdou pěnou NEOPOR. Hodnota součinitele prostupu tepla rámu je pak  $U_i = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



[www.windek.cz](http://www.windek.cz)





ČÍSLO  
2011 **03**

## V TOMTO ČÍSLE NALEZNETE

- 04** VZDUCHOTĚSNOST BYTOVÝCH DOMŮ  
Ing. Viktor ZWIENER Ph.D., Ing. Leoš MARTIŠ
- 12** ZKUŠEBNÍ METODIKA PRO STANOVENÍ PŘÍTOMNOSTI NETĚSNOSTÍ  
A NEUTĚSNĚNÝCH SPÁR V OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍCH  
ČSN 73 1901 PŘÍLOHA J  
Ing. Viktor ZWIENER Ph.D., Ing. Tomáš KUPSA
- 16** TECHNICKÉ KONOPÍ JAKO SUROVINA PRO  
TEPELNĚIZOLAČNÍ MATERIÁLY  
Ing. Tomáš KAFKA
- 22** TEPELNĚIZOLAČNÉ MATERIÁLY Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN  
V KONSTRUKCÍCH DŘEVOSTAVEB  
Ing. Petr ŘEHOŘKA
- 26** HYDROIZOLAČNÍ DEFEKTY SPODNÍ STAVBY RODINNÉHO DOMU  
Doc. Ing. ZDENĚK KUTNAR, CSc.

### FOTOGRAFIE NA OBÁLCE

ventilátor ze zařízení  
Blower-Door

### DEKTIME ČASOPIS SPOLEČNOSTI DEK PRO PROJEKTANTY A ARCHITEKTY

datum a místo vydání: 25. 07. 2011, Praha  
vydavatel: DEK a.s., Tiskařská 10, 108 00 Praha 10, IČO: 27636801

zdarma, neprodejné

**redakce** ATELIER DEK, Tiskařská 10, 108 00 Praha 10 **šéfredaktor** Ing. Zdeněk Plecháč, tel.: 234 054 285, e-mail: zdenek.plechac@dek-cz.com **redakční rada** Ing. Luboš Káně /autorizovaný inženýr, znalec/, doc. Ing. Zdeněk Kutnar, CSc. /autorizovaný inženýr, znalec/, Ing. Ctibor Hůlka /energetický auditor/, Ing. Lubomír Odehnal /znalec/ **grafická úprava** Daniel Madzik, Ing. arch. Viktor Cerný **sazba** Daniel Madzik, Ing. Milan Hanuška **fotografie** Ing. arch. Viktor Cerný, a redakce

Pokud si nepřejete odebrat tento časopis, pokud dostáváte více výtisků, příp. pokud je Vám časopis zasílán na chybnou adresu, prosíme, kontaktujte nás na výše uvedený e-mail.

Časopis je určen pro širokou technickou veřejnost.

MK ČR E 15898, MK SR 3491/2005, ISSN 1802-4009

# VZDUCHOTĚSNOST BYTOVÝCH DOMŮ



V SOUČASNÉ DOBĚ PŘEVLÁDAJÍ VE VÝSTAVBĚ PASIVNÍCH A NÍZKOENERGETICKÝCH OBJEKTŮ DOPY RODINNÉ. STÁLE ČASTĚJI SE ALE LZE SETKAT S TÍMTO STANDARDEM TAKÉ U OBJEKTŮ ADMINISTRATIVNÍCH NEBO BYTOVÝCH. V ROCE 2010 VYŠLO REVIDOVANÉ ZNĚNÍ TECHNICKÉ NORMALIZAČNÍ INFORMACE TNI 73 0330 [2], KTERÁ SE PRÁVĚ ZABÝVÁ HODNOCENÍM A KLASIFIKACÍ OBYTNÝCH BUDOV S VELMI NÍZKOU POTŘEBOU TEPLA NA VYTÁPĚNÍ. SOUČÁSTÍ TNI JE TAKÉ PŘÍLOHA A, KTERÁ ŘEŠÍ BYTOVÉ DOPY Z POHLEDU VZDUCHOTĚSNOSTI. V MINULOSTI JSME JIŽ PROVEDLI NĚKOLIK MĚŘENÍ BYTOVÝCH DOMŮ A V TOMTO ČLÁNKU BYCHOM VÁS RÁDI SEZNÁMILI S VÝSLEDKY JEDNOHO Z NEJROZSÁHLEJŠÍCH MĚŘENÍ, KTERÁ JSME DOSUD PROVEDLI.

Předmětem měření byl bytový dům o třech sekcích viz /obr. 01/ se společným suterénem, ve kterém jsou umístěny garáže, technické místnosti a sklepní kóje. Střechy jsou ploché. Každá sekce (A, B a C) má vlastní vchod. Horizontální konstrukce jsou monolitické železobetonové. Nosné stěny jsou z vápenopískových cihel tl. 200 mm. Obvodové stěny jsou opatřeny vnějším kontaktním zateplovacím systémem s tepelným izolantem z pěnového polystyrénu tl. 180 mm. Výplně otvorů jsou dřevěné s izolačními trojskly. Připojovací spáry výplní otvorů jsou řešeny vzduchotěsnicími páskami.

V domě se nachází celkem 37 bytů o dispozicích 2+KK, 3+KK a 4+KK. Celý dům je koncipován jako nízkoenergetický s lokálními VZT jednotkami s rekuperací umístěnými samostatně v každém bytě. Vytápění je řešeno kombinací teplovzdušného vytápění a elektrickými přímotopy umístěnými pod okny /foto 03/. Přívod vzduchu do každé obytné místnosti je v podlaze pod okny. Odvod vzduchu je nad dveřmi do pokoje /foto 03/ a ústí do potrubí, které je v chodbách, koupelnách a WC zakryto SDK podhledem na roštech /foto 04/. Pro pomocný ohřev TUV se používají solární panely umístěné na střeše.

## VZDUCHOTĚSNOST BYTOVÝCH DOMŮ DLE TNI 73 0330 [2]

O problematice vzduchotěsnosti staveb jsme na stránkách DEKTIME již několikrát psali [7], [9]. Jedná se o jeden ze základních parametrů pro hodnocení kvality výstavby a vedle akustických parametrů se jedná o jeden z mála parametrů přímo měřitelný na stavbě. Vzduchotěsnost obvodového pláště lze hodnotit intenzitou výměny vzduchu v interiéru při tlakovém rozdílu 50 Pa mezi interiérem a exteriérem. Oproti ČSN 73 0540-2 [3], kde je hodnota intenzity výměny vzduchu vázána na způsob větrání v měřeném prostoru, je v TNI 73 0330 [2] již striktně předepsána požadovaná hodnota dle energetického standardu domu. Pro bytové domy v pasivním energetickém standardu je požadováno splnění hodnoty



Obr. 01 | Schémata půdorysů 1.NP až 4.NP

- 2+KK
- 3+KK
- 4+KK



01



02

$n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$  a pro bytové domy v nízkooenergetickém standardu je požadováno splnění hodnoty  $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$ .

### **MĚŘENÍ A HODNOCENÍ VZDUCHOTĚSNOSTI BYTOVÝCH DOMŮ DLE TNI 73 0330 [2]**

TNI 73 0330 [2] umožňuje dva základní způsoby měření vzduchotěsnosti bytových domů:

- 1) objekt jako celek (jediná tlaková zóna),
- 2) obytná část rozdělená na dílčí jednotky (byty nebo skupiny bytů jako samostatné tlakové zóny).

**Při měření objektu jako celku** (jediná tlaková zóna) se považuje požadavek na budovu jako celek

za splněný, pokud intenzita výměny vzduchu  $n_{50}$  budovy jako celku splní požadovanou hodnotu. Důležitá je proveditelnost měření, protože je obvykle zapotřebí použít výkonnější měřicí zařízení a dle našich zkušeností [8] lze touto metodou u velkoobjemových prostorů a požadováno splnění doplňujících hodnoty (příznivější poměr plochy obalových konstrukcí a měřeného objemu). Snazší splnění je dáno tím, že v ČR dosud není definováno a požadováno splnění doplňujících kritérií pro velkoobjemové prostory. Např. dle německé normy DIN 4108-7 [6] se u objektů s vnitřním objemem větším než  $1\,500 \text{ m}^3$  požaduje také splnění hodnoty propustnosti vzduchu  $q_{50} \leq 3,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ , což je objemový tok vzduchu netěsnostmi v obálce budovy vztahený k celkové ploše obálky budovy.

**Při měření obytné části rozdělené na dílčí jednotky** (byty nebo skupiny bytů) se měří všechny jednotky nebo pouze relevantní počet jednotek. U bytových domů nejvýše s pěti jednotkami se požaduje měření všech jednotek a u bytových domů s více jak pěti jednotkami se za relevantní považuje takový počet jednotek, jejichž součet objemů vnitřního vzduchu je nejméně 25% celkového objemu vnitřního vzduchu obytné části. Při výběru jednotek je samozřejmě žádoucí, aby byly vybrány jednotky s co největší ochlazovanou plochou a současně aby byly zastoupeny všechny materiálové a konstrukční varianty. Požadavek na vzduchotěsnost budovy se považuje za splněný, pokud každá dílčí jednotka samostatně splňuje požadavek na intenzitu

- 01| Pohled na bytový dům od jihu
- 02| Pohled na bytový dům od západu
- 03| Elektrický přímotop a příváděcí otvory pod oknem, odváděcí otvor nad dveřmi do pokoje
- 04| Otevřený podhled v technické místnosti bytu

výměny vzduchu, a nebo průměrná intenzita výměny vzduchu  $n_{50,m}$  všech změřených jednotek splňuje požadovanou hodnotu a současně dílčí intenzity výměny vzduchu  $n_{50}$  významného počtu změřených jednotek splňuje požadovanou hodnotu (platí pro každou jednotku samostatně). Průměrná hodnota intenzity výměny vzduchu se vypočítá podle vztahu:

$$n_{50,m} = \frac{\sum V_{50,i} \cdot (h^{-1})}{\sum V_i}$$

kde

$V_{50,i}$  je objemový tok vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa zjištěný měřením dílčí jednotky

$V_i$  je vnitřní objem vzduchu dílčí jednotky

Za významný se považuje takový počet změřených jednotek, jejichž součet vnitřních objemů vzduchu je nejméně 2/3 objemu vzduchu všech změřených jednotek.

## MĚŘENÍ VZDUCHOTĚSNOSTI PŘEDMĚTNÉHO DOMU

Mezi největší riziko při měření bytového domu jako celku nebylo pouze relevantního počtu jednotek patřila v tomto případě možnost neodhalení nevyhovujících bytů, pokud by byl jejich počet malý. To si investor uvědomoval a protože deklaroval nízkoenergetický standard každé jednotky ve smlouvě s klienty, požadoval po realizační firmě prokázání dostatečné vzduchotěsnosti každého bytu samostatně. Navíc oproti TNI 73 0330 [2] byla požadována přísnější hodnota  $n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$ .

Blower-Door test všech bytů byl proveden ve více dnech na podzim 2010. Všechna měření provedl jeden pracovník a vždy bylo použito stejné měřicí zařízení, které bylo osazováno do vstupních dveří



bytů /foto 05/. Při měření byly současně hledány netěsnosti, ale pouze pomocí anemometru při udržovaném podtlaku v interiéru. Výsledky měření všech bytů jsou uvedeny v tabulce /01/.

V prvním a druhém dnu byly vždy měřeny 3 byty (v tabulce /01/ označeny žlutě). Jak je z tabulky patrné, byly všechny byty nevyhovující, ale zhoršení nebylo nijak dramatické a všechny byty by vyhověly mírnějšímu požadavku  $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$  dle TNI 73 0330 [2]. Hledání netěsností bylo zaměřeno především na připojovací a funkční spáry oken. Měření anemometrem ale prokázalo dokonalé vzduchotěsné provedení. Nevzduchotěsnost obvodových stěn, které v době měření již byly omítnuty a z exteriéru opatřeny

zateplovacím systémem, byla nepravděpodobná a proto se naše pozornost přesunula do podhledů na chodbě, koupelně a WC /foto 04/. Anemometrem bylo detekováno proudění vzduchu /foto 06/ a při bližším ohledání byla odhalena příčina v podobě neomítnuté části stěny nad podhledem. Při vytvořeném podtlaku tak docházelo k nasávání vzduchu z chodby a sousedních bytů. Vada v tomto případě nebyla závažná, protože se jednalo o prostory s předpokládanými obdobnými parametry vzduchu jako měřený prostor. I přesto se realizační firma rozhodla u všech šesti bytů demontovat podhled a dodatečně omítnout stěny nad podhledem. S uvedenou úpravou již bylo všech šest bytů vyhovujících /tab. 01/ a proto se omítnání

Označení bytu	Dispozice	Objem měřeného prostoru	Plocha měřeného prostoru	Ochlazovaná plocha obálky včetně střechy	Podtlak	Přetlak	Finální hodnota	Nejistota
-	-	V [m <sup>3</sup> ]	A <sub>E</sub> [m <sup>2</sup> ]	m <sup>2</sup>	[h <sup>-1</sup> ]	[h <sup>-1</sup> ]	n <sub>50</sub> [h <sup>-1</sup> ]	± [%]
A 1.1	3+KK	210	78	171	0,74	0,76	0,75	7,2
A 1.2	3+KK	216	80	154	0,83	0,85	0,84	7,2
A 1.3	2+KK	140	52	110	1,30	1,40	1,3	7,2
					0,71	0,73	0,72	7,2
A 1.4	3+KK	215	79	192	0,69	0,69	0,69	7,5
A 2.1	3+KK	191	71	93	0,75	0,75	0,75	7,2
A 2.2	3+KK	210	78	64	0,60	0,61	0,61	7,2
A 2.3	3+KK	215	80	66	0,75	0,76	0,76	7,2
A 2.4	2+KK	137	51	57	1,10	1,20	1,1	7,1
					0,58	0,58	0,58	7,3
A 2.5	2+KK	141	52	51	1,40	1,40	1,4	7,4
					0,87	0,88	0,88	7,2
A 2.6	3+KK	199	74	62	1,20	1,20	1,2	7,2
					0,58	0,60	0,59	7,2
A 3.1	3+KK	182	67	207	1,10	1,20	1,1	7,1
					0,80	0,83	0,82	7,4
A 3.2	4+KK	266	99	260	0,53	0,53	0,53	7,2
A 3.3	4+KK	339	125	290	0,51	0,51	0,51	7,2
A 3.4	2+KK	170	63	174	1,20	1,30	1,2	7,2
					0,66	0,66	0,66	7,2
B 1.1	4+KK	316	117	271	0,36	0,36	0,36	7,4
B 2.1	2+KK	146	54	75	0,69	0,69	0,69	7,2
B 2.2	2+KK	146	54	71	0,56	0,56	0,56	7,2
B 2.3	2+KK	122	45	56	0,95	0,95	0,95	7,2
B 2.4	2+KK	143	53	67	0,71	0,71	0,71	7,2
B 3.1	2+KK	146	54	136	0,55	0,53	0,54	7,1
B 3.2	2+KK	143	53	131	0,50	0,50	0,50	7,2
B 3.3	2+KK	122	45	107	0,95	0,96	0,96	7,2
B 3.4	2+KK	142	52	126	0,53	0,51	0,52	7,2
B 4.1	4+KK	242	90	233	0,94	0,94	0,94	7,3
B 4.2	2+KK	143	53	138	0,95	0,94	0,95	7,2
C 1.1	3+KK	210	78	205	0,37	0,38	0,38	7,4
C 1.2	2+KK	146	54	118	0,88	0,88	0,88	7,2
C 1.3	2+KK	147	55	112	0,61	0,58	0,60	7,3
C 1.4	3+KK	200	74	174	0,69	0,67	0,68	7,2
C 2.1	3+KK	210	78	113	1,20	1,30	1,2	7,1
					0,51	0,50	0,51	7,2
C 2.2	2+KK	146	54	57	0,62	0,61	0,62	7,2
C 2.3	2+KK	147	55	51	0,80	0,80	0,80	7,2
C 2.4	3+KK	199	74	73	0,65	0,62	0,63	7,2
C 2.5	3+KK	210	78	105	0,54	0,54	0,54	7,2
C 3.1	3+KK	225	83	205	1,10	1,20	1,1	7,2
					0,83	0,81	0,82	7,2
C 3.2	4+KK	340	126	214	0,40	0,40	0,40	7,2
C 3.3	3+KK	230	86	220	1,20	1,20	1,2	7,2
					0,89	0,89	0,89	7,3
SUMA <sup>2)</sup>	-	7052	-	-	-	-	-	-
SUMA <sup>3)</sup>	-	7052	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup> Efektivní plocha netěsnosti je plocha ideálního otvoru, kterým by při tlakovém rozdílu 50 Pa protékalo stejné množství vzduchu jako obálkou budovy.

<sup>2)</sup> Hodnoty pouze z prvních měření každého bytu, tzn. včetně nevyhovujících hodnot.

<sup>3)</sup> Hodnoty pouze z vyhovujících měření každého bytu.

Tabulka 01 | Výsledky měření



Objemový tok vzduchu při $D_p = 50 \text{ Pa}$	Nejistota	Efektivní plocha netěsnosti <sup>1)</sup>	Síla větru v době měření	Číslo měření bytu
$V_{50} [\text{m}^3/\text{h}]$	$\pm [\%]$	$A_{\text{net}} [\text{cm}^2]$	$[\text{° Beauforta}]$	-
158	6,5	80	1	1
182	6,5	95	1	1
194	6,5	125	1	1
101	6,5	55	1	2
148	6,9	75	1	1
143	6,5	75	1	1
128	6,6	65	1	1
163	6,5	80	1	1
144	6,6	75	1	1
79	6,6	40	1	2
199	6,8	100	1	1
123	6,5	65	1	2
246	6,6	125	1	1
117	6,6	60	1	2
310	6,5	135	1	1
149	6,8	75	1	2
141	6,6	71	1	1
182	6,6	95	1	1
234	6,5	120	1	1
113	6,6	60	1	2
113	6,7	60	1	1
101	6,5	55	1	1
82	6,5	45	1	1
116	6,6	60	1	1
101	6,5	50	1	1
79	6,6	40	1	1
72	6,6	40	1	1
117	6,5	60	1	1
75	6,6	40	1	1
227	6,6	115	1	1
135	6,6	70	1	1
79	6,8	40	2	1
128	6,5	65	2	1
88	6,7	45	2	1
136	6,6	70	2	1
242	6,5	125	2	1
107	6,5	55	1	2
90	6,5	45	1	1
117	6,5	60	1	1
126	6,5	65	1	1
112	6,5	60	1	1
246	6,6	125	2	1
184	6,5	90	2	2
136	6,5	70	2	1
286	6,6	145	2	1
205	6,6	100	2	2
5574	-	-	-	-
4652	-	-	-	-

Jedná se pouze o orientační hodnotu.

aplikovalo při dokončování všech ostatních bytů.

Jak je z tabulky /01/ patrné, mělo toto opatření velký vliv a až na 3 byty (označené červeně) byly ostatní byty vyhovující ihned při prvním měření. U třech nevyhovujících bytů druhé série měření byly nalezeny netěsnosti ve funkční /foto 07/ a připojovací spáře oken. Funkční spára oken má být samozřejmě pouze omezeně těsná. U správně seřizeného okna při jeho úplném zavření a podtlaku cca 30 Pa není obvykle detekováno žádné proudění. Pokud je křídlo v rámu vzpříčeno, lze obvykle ve dvou protilehlých rozích detekovat proudění a ve zbyvajících dvou protilehlých rozích k proudění nedochází. Při dostatečném rozdílu teplot vzduchu lze tento jev snadno odhalit termovizní kamerou, viz článek [9]. Oprava spočívá v seřízení kování okna. Připojovací spáry byly opraveny a po těchto úpravách byly vyhovující všechny měřené byty.

## HODNOCENÍ MĚŘENÍ

Průměrná hodnota intenzity výměny vzduchu dle vztahu /1/:

1) při uvážení hodnot pouze z prvního měření, tzn. i nevyhovujících hodnot je  $n_{50,m} = 0,79 \text{ h}^{-1}$

2) při uvážení pouze finálních vyhovujících hodnot každého bytu je  $n_{50,m} = 0,66 \text{ h}^{-1}$

V obou případech by byl požadavek investora splněn, ale pokud by se neprovedly výše zmíněné stavební úpravy, byl by investor v prvním případě vystaven možným reklamacím, protože u některých bytů nebyly splněny podmínky deklarované ve smlouvě.

V grafu na /obr. 02/ je závislost objemu bytu na naměřené hodnotě intenzity výměny vzduchu. Z grafu je patrné, že nejnižší hodnoty byly naměřeny u velkých bytů (body v levé části grafu). Tento jev je s největší pravděpodobností způsoben výše zmíněným snazším splněním hodnoty u větších prostorů. U bytů dispozice 2+KK a 3+KK je již patrné



05



06



07

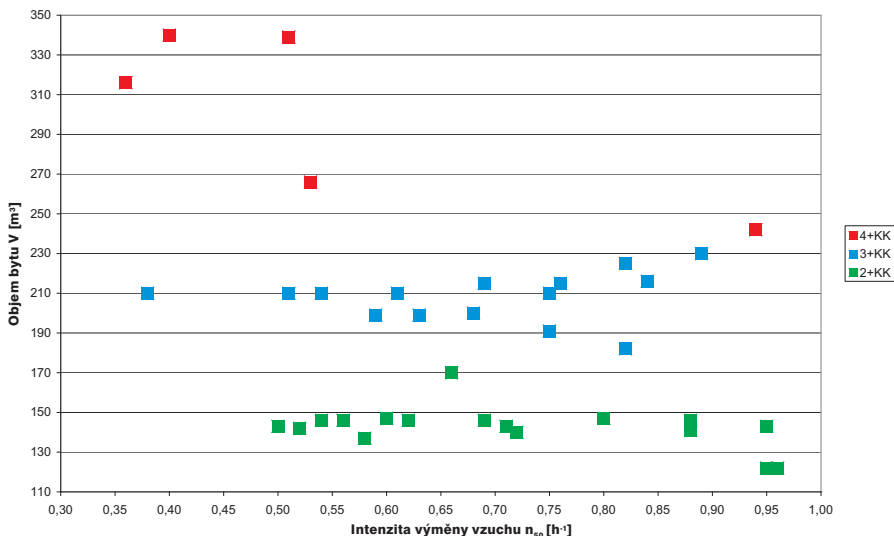
- 05] Zařízení pro Blower-Door test osazené do vstupních dveří bytu
- 06] Detekce proudění vzduchu nad podhledem (horní hodnota rychlost proudění vzduchu v m/s, dolní hodnota teplota v °C)
- 07] Netěsná funkční spára okna (horní hodnota rychlost proudění vzduchu v m/s, dolní hodnota teplota v °C)

rovnoměrně rozprostření v intervalu od 0,5 h<sup>-1</sup> do 1,0 h<sup>-1</sup>.

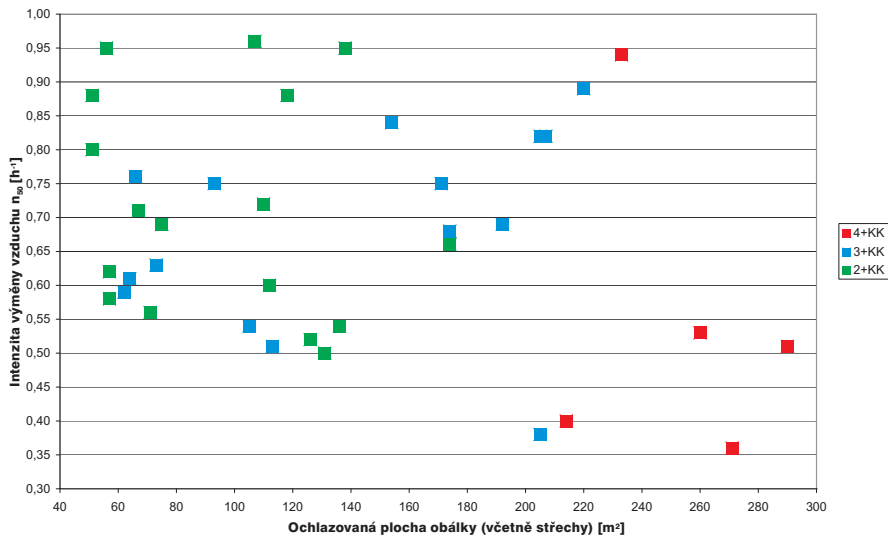
Jak již bylo zmíněno, doporučuje TNI 73 0330 [2] při měření pouze relevantního počtu jednotek vybírat ty, které mají větší ochlazovanou plochu. V grafu na obr. /03/ je závislost naměřené intenzity výměny vzduchu na ochlazované ploše bytu. Z grafu nelze vysledovat závislost, při které by se se vzrůstající ochlazovanou plochou zvyšovala také hodnota  $n_{50}$ . To je v tomto případě dáno především použitými skladbami a kvalitně zabudovanými výplněmi otvorů. Jako nosné stěny jsou použity vápenopískové cihly doplněné ETICS. Dle našich zkušeností se jedná o jednu z nejlepších technologií pro zděné domy v pasivním nebo nízkoenergetickém standardu.

## ZÁVĚR

S postupným zpřísňováním evropské a české legislativy v oblasti energetické náročnosti budov se budeme s bytovými domy v nízkoenergetickém nebo pasivním energetickém standardu setkávat stále častěji. Pro účely hodnocení vzduchotěsnosti bytových domů jako celku jsou postupy dle TNI 73 0330 [2] použitelné. Pokud by se měření skutečně dle TNI provedlo, byl by konstatován vyhovující stav. Z pohledu investora deklarujícího energetický standard každého bytu by byl ale stav nevyhovující s možností vystavení budoucím reklamacím. Proto se domníváme, že je důležité provést měření vzduchotěsnosti každého bytu samostatně. Nejdůležitější fází při samotné realizaci je provedení orientačního měření vzduchotěsnosti ve vybraných bytech ve fázi dokončených, ale odkrytých vzduchotěsnících konstrukcí. V této fázi je třeba ukázat realizační firmě vliv jednotlivých opatření na celkovou vzduchotěsnost, aby při dokončování dalších bytů k těmto poznatkům již přihlédla. Stále se setkáváme s realizačními firmami, jejichž pracovníci se s problematikou vzduchotěsnosti dosud nesetkali. Čas investovaný do osvěty se snadno vrátí ve formě rychlejších následných měření. Pokud by přece jen mělo dojít k měření pouze relevantního počtu bytů, lze investorovi vždy doporučit,



Obr. 02 | Závislost objemu bytu na hodnotě  $n_{50}$



Obr. 03 | Hodnocení bytů dle ochlazované plochy a hodnoty  $n_{50}$

aby realizační firma dopředu nevěděla, které byty budou měřeny.

< Viktor Zwiener, Leoš Martiš >

#### Literatura

- [1] TNI 73 0330:2009 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy
- [2] TNI 73 0330:2010 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy

- [3] ČSN 73 0540-2:2007 *Teplotní ochrana budov – Část 2: Požadavky*
- [4] ČSN EN 13829 (73 0577) *Teplotné chování budov – Stanovení průvzdušnosti budov – Tlaková metoda*
- [5] ČSN 73 4301 *Obytné budovy*
- [6] DIN 4108-7:2011 *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele* (Teplotní ochrana a úspory energie v budovách – Část 7:

- Vzduchotěsnost budov – Požadavky, návrh, doporučení pro realizaci a příklady)
- [7] Zwiener V., Hůlka C.: Měření těsnosti budov – Metoda tlakové spádu – Blower-door test DEKTIME 05-06 | 2006, s. 62-65
- [8] Zwiener V.: Blower Door test velkoobjemových prostorů, www.tzbinfo.cz, 14. 3. 2011
- [9] Zwiener V.: Hledání příčin nedostatečné vzduchotěsnosti střechy rodinného domu v Liberci, DEKTIME 03 | 2010, s. 24-30

# ČSN 73 1901 PŘÍLOHA J ZKUŠEBNÍ METODIKA PRO STANOVENÍ PŘÍTOMNOSTI NETĚSNOT A NEUTĚSNĚNÝCH SPÁR V OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍCH

V PŘEDCHOZÍM ČLÁNKU PÍŠEME O METODICE STANOVENÍ A HODNOCENÍ VZDUCHOTĚSNOTI BYTOVÝCH DOMŮ. INTENZITA VÝMĚNY VZDUCHU PŘI TLAKOVÉM ROZDÍLU 50 Pa JE VELIČINA VELICE DŮLEŽITÁ Z POHLEDU ENERGETIKY. SPLNĚNÍ POŽADOVANÝCH HODNOT DÁVÁ VELKOU, ALE BOHUŽEL NIKOLIV 100% PRAVDĚPODOBNOT, ŽE SE V DOMĚ NEBUDOU VYSKYTOVAT VLHKOSTNÍ PROBLÉMY ZPŮSOBENÉ KONDENZACÍ VODNÍ PÁRY UVNITŘ KONSTRUKCÍ. PROTO JE NALEZENÍ NETĚSNOTÍ STEJNĚ DŮLEŽITÉ JAKO SPLNĚNÍ POŽADOVANÉ HODNOTY  $n_{50}$ .

V únoru letošního roku vyšlo revidované znění ČSN 73 1901 [4] pro navrhování střech. Autoři normy si dobře uvědomovali důležitost vzduchotěsnoti střešního pláště pro jeho správnou funkci. Bohužel v české legislativě není v současné době zavedena metodika pro odhalování netěsnotí a to vedlo k vzniku Přílohy J uvedené normy, kde je definována metodika stanovení výskytu netěsnotí a neutěsněných spár v obvodových konstrukcích. Na základě jakých úvah tato metodika vznikla?

Vzduchotěsnot (průvzdušnost) konstrukcí a spár mezi konstrukcemi

je jedním ze závazných požadavků Vyhlášky 268/2009 Sb. [1] (např. v §19 Stěny a příčky, §20 Stropy, §25 Střechy). Vyhláška se současně odvolává na normové hodnoty. Norma ČSN 73 0540-2:2007 [2], která je v době vzniku tohoto článku stále platná, říká:

*„Součinitel spárové průvzdušnosti  $i_{L,V}$  v  $m^3/(s \cdot m \cdot Pa^{0,67})$ , spár a netěsnotí v ostatních konstrukcích a mezi nimi navzájem, kromě funkčních spár výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů, musí být v celém průběhu užívání budovy téměř nulový, tj. musí být nižší než nejistota zkušební metody pro jeho stanovení.“*

Jednotná metodika pro posuzování tohoto požadavku však v normě definována není. Na základě zkušeností [9] s měřením součinitele spárové průvzdušnosti připojovacích spár oken insitu lze konstatovat, že stanovení přesných hodnot je prakticky nemožné a prokazování splnění normového požadavku je tedy nereálné. Absence zkušební metodiky tak umožňuje „beztrestnou“ realizaci chybných stavebních řešení, což může způsobovat reálné hygienické nebo energetické problémy. Nadějí pro řešení této situace byla revize uvedené normy, která je připravována již od počátku



01



02

01 | Měření rychlosti proudění vzduchu termickým anemometrem u přípojovací spáry okna při zalepené funkční spáře (horní hodnota rychlost proudění vzduchu v m/s, dolní hodnota teplota v °C)

02 | Netěsný styk obvodové stěny a stropu v dřevostavbě rodinného domu (horní hodnota rychlost proudění vzduchu v m/s, dolní hodnota teplota v °C)

roku 2010 v TNK 43 Stavební tepelná technika a měla být vydána v červenci 2011. Již z průběžných informací o přípravě revize víme, že výše citovaná formulace bude zrušena a nahrazena jinou, která se již neodvolává na přesnost zkušební metodiky, ale na dosažený stav techniky. Jedná se v podstatě o kosmetickou změnu, která situaci s komplikovaným prokazováním splnění požadavku vůbec neřeší.

Dokonalá těsnost je velice důležitá u přípojovacích spár výplní otvorů. To podrobně řeší technická normalizační informace TNI 74 6077 [5], v níž je kapitola 6 věnována kontrole při zabudování výrobků. Kontrola se ale zaměřuje především na správné geometrické osazení a vizuální kontrolu ukotvení a provedení přípojovací spáry. Jak kontrolu přípojovací spáry provést, není již v TNI řečeno. Uvedená TNI je modifikací slovenské normy STN 73 3134 [6], která v kapitole 7 „Kontrola a skúšky prípojovacích stavebných škár“ zkušební metodiku zavádí. Výsledkem měření insitu je průvzdušnost přípojovací spáry v  $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$ . Metodika je ale velice náročná. Samotné zkoušení jednoho prostoru se musí provádět nejméně 30 minut při podtlaku a stejně dlouhou dobu při přetlaku.

Protože je metodika zaměřena na přípojovací spáry, je vhodné provádět měření menších úseků, v ideálním případě samostatných místností. S počtem místností samozřejmě narůstá doba zkoušky. Ještě větší problém lze spatřit v použití velkých tlakových diferencí dosahujících až 600 Pa. Dle našich zkušeností z měření může v interiéru při tlakových diferencích nad 100 Pa dojít k poškození konstrukcí, např. vytrhání sponek parotěsnicí vrstvy apod. Metoda tak má pouze omezené použití a je zcela nevhodná pro lehké montované stavby s paro- a vzduchotěsnicí vrstvou z fólií lehkého typu.

Proto jsme se při tvorbě metodiky soustředili na jednu z používaných metod pro hledání netěsností při tlakových diferencích:

- 1) holé ruce
- 2) ultrazvuk
- 3) zkouška kouřem
- 4) termovizní kamera
- 5) měření rychlosti proudění vzduchu anemometrem

Požadavkem bylo, aby výsledkem zkoušky byla objektivně měřitelná hodnota, aby byla zkouška použitelná celoročně a aby byla zkouška opakovatelná, tzn. jiná

osoba s jiným zařízením při stejné zkoušce na stejném místě musí získat stejné výsledky.

Proudění vzduchu detekované holými rukama nelze objektivně zaznamenat. Obdobné to je také s ultrazvukem. Zkouška kouřem již umožňuje vizuální záznam např. na fotografii, ale u některých typů konstrukcí s ní lze nevzduchotěsné místo nalézt obtížně (např. ve dvou a víceplášťových konstrukcích). Jako vhodná se jevila termografie, kdy se porovnávají termovizní snímky pořízené za přirozených tlakových podmínek a při udržované tlakové diferencii. Velkou výhodou je možnost celoplošné kontroly. Problém je ale v kvantifikaci výsledků, protože povrchové teploty na termogramech závisí na rozdílu teplot vzduchu na obou stranách konstrukcí a na velikosti a délce udržování tlakové diference. V zahraničí již proběhly podrobnější pokusy s kvantifikací povrchových teplot na termogramech při různých teplotních rozdílech [8]. Pokusili jsme se navržené postupy aplikovat na termogramy pořízené při našich měřeních a výsledky jsou značně rozporuplné a při menších teplotních rozdílech neprůkazné. Metodu rovněž nelze použít při rozdílech teplot menších než

cca 3°C nebo pokud jsou v průběhu měření větší výkyvy teplot vzduchu. Metoda tak není použitelná celoročně.

Použitelnou a na stavbě snadno proveditelnou metodou pro odhalování netěsností je tak měření rychlosti proudění vzduchu anemometrem. Inspirací pro vznik zkušební metody byl také postup uvedený v rakouské normě ÖNORM B 5321 [7]. Podstatou zkušební metody zavedené v ČSN 73 1901 [4] v Příloze J je vytvoření tlakového rozdílu ( $25 \pm 10$ ) Pa mezi oběma stranami výseku konstrukce. Tlakový rozdíl se vytvoří vhodně umístěným ventilátorem. Spáry, které nemají ovlivnit měření (např. funkční spáry oken), je třeba utěsnit /foto 1/. Na straně konstrukce s nižším tlakem se v bezprostřední blízkosti povrchu konstrukcí v místech zvolených pro měření provádí měření rychlosti proudění vzduchu anemometrem /foto 01, 02/. Volí se místa, ve kterých se mohou vyskytovat netěsnosti, obvykle konstrukční spáry, spoje vzduchotěsnících vrstev apod. Rychlosti proudění vzduchu se zaznamenávají s přesností 0,1 m/s. Za netěsná se považují ta místa,

kde je průměrná rychlost proudění vzduchu, stanovaná z 6 měření, větší nebo rovna 0,1 m/s. Jestliže se ve stavbě nebo její posuzované části vyskytne alespoň jedno místo považované za netěsné, není splněn požadavek ČSN 73 0540-2:2007 [2].

Doporučujeme používat metodu nikoliv při hodnocení dokončené stavby, ale při hledání netěsností v průběhu výstavby, kdy lze netěsnosti opravit. Ačkoliv je metodika zavedena v normě týkající se navrhování střech, lze ji použít pro odhalování netěsných míst také jiných než střešních konstrukcí, např. přípojovacích spár výplní otvorů.

<Viktor Zwiener, Tomáš Kupsa>

#### Literatura

- [1] Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- [2] ČSN 73 0540-2:2007 *Teplná ochrana budov - Část 2: Požadavky*
- [3] připravované znění ČSN 73 0540-2:2011 *Teplná ochrana budov - Část 2: Požadavky*
- [4] ČSN 73 1901:2011 *Navrhování střech - Základní ustanovení*

- [5] TNI 74 6077:2011 *Okna a vnější dveře – Požadavky na zabudování*
- [6] STN 73 3134:2010 *Stavebné práce – Styk okenných konstrukcí a obvodového pláště budovy – Požadavky a skúšanie*
- [7] ÖNORM B5321:2001 *Bauanschlussfuge für Fenster, Fenstertüren, Türen und Tore in Außenbauteilen – Prüfverfahren (Připojovací spáry pro okna, francouzská okna, dveře a vrata – Zkušební metoda)*
- [8] Kalamees, Kuritski, Korpi and Vinha: The distribution of the air leakage places and thermal bridges of different types of detached houses and apartment buildings (Rozložení netěsností a tepelných mostů různých typů rodinných a bytových domů) Sborník the European BlowerDoor-Symposium, 2007
- [9] Běžel J.: Vzduchotěsnost oken – experimentální analýza Diplomová práce, 2010

## ATELIER DEK v Technických Normalizačních Komisích

**ATELIER DEK je držitelem licence k užívání označení Centra technické normalizace a má zastoupení v následujících TNK:**

TNK 8 AKUSTIKA  
TNK 14 ENERGETICKÝ MANAGEMENT A UDRŽITELNÁ SPOTŘEBA ENERGIE  
TNK 27 POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB  
TNK 31 TEXTIL  
TNK 34 DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE  
TNK 43 STAVEBNÍ TEPELNÁ TECHNIKA  
TNK 60 OTVOROVÉ VÝPLNĚ A LEHKÉ OBVODOVÉ PLÁŠTĚ  
TNK 65 IZOLACE STAVEB  
TNK 76 OSVĚTLENÍ  
TNK 120 TEPELNĚ IZOLAČNÍ VÝROBKY A MATERIÁLY

Ing. Jan Pešta  
Ing. Martin Varga  
Ing. Leoš Martiš (přidružené členství)  
Ing. Viktor Kaulich  
Ing. Jiří Skřípský  
Ing. Tomáš Kupsa  
Ing. Vladimír Panák  
Ing. Luboš Káně (předseda komise)  
Ing. Viktor Zwiener, Ph.D.  
Ing. Petr Řehořka

#### Kontakt

Centrum technické normalizace ATELIER DEK  
www.ctndek.cz

Ing. Zdeněk Plecháč  
info@ctndek.cz  
tel. +420 234 054 285

# KOOLTHERM K5

## TEPELNÁ IZOLACE PRO VNĚJŠÍ KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM WEBER THERM PLUS ULTRA

Součinitel tepelné vodivosti  
 $\lambda_D = 0,021 \text{ W/mK}$

### VHODNÉ POUŽITÍ

- Tepelná izolace nízkoenergetických a pasivních staveb
- Zateplení konstrukcí s požadavkem na malou tloušťku izolantu
- Účinná tepelná izolace ostění oken
- Omezení tepelných mostů v detailech

**Více informací získáte na všech pobočkách DEKTRADE.**



# TECHNICKÉ KONOPI

JAKO SUROVINA PRO  
TEPELNĚIZOLAČNÍ MATERIÁLY



---

SESTERSKÁ SPOLEČNOST JEDNOHO Z NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH  
ZÁKAZNÍKŮ SPOLEČNOSTI DEKTRADE a.s. SE ZABÝVÁ VÝROBOU  
TEPELNĚIZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ Z TECHNICKÉHO KONOPI.  
VÝBĚREM TEPELNĚIZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ PRO PROJEKTY ZATEPLOVÁNÍ  
BUDOV SE ZABÝVAJÍ V PODSTATĚ VŠICHNI PRACOVNÍCI ATELIERU DEK.  
PROTO JSME VELICE RÁDI PŘIJALI MOŽNOST ZÍSKAT PODROBNÉ  
INFORMACE O VLASTNOSTECH KONOPNÝCH IZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ  
A SEZNÁMIT SE PROCESEM JEJICH VÝROBY PŘÍMO NA MÍSTĚ.

---



## TRADICE TECHNICKÉHO KONOPÍ

Konopí je v Evropě tradiční rostlinou. Jedná se o jednoletou rostlinu vzpřímeného růstu. Pro technické účely se používá zušlechtěné konopí seté, jehož hlavní výhodou je krátké vegetační období a rychlý růst. Rostlina v jedné sezóně dorůstá obvykle výšky 2 až 5 m. Proto patří k dobře obnovitelným zdrojům využívaných v textilním průmyslu pro výrobu lan, plachet, pytlů, ale i jako surovina pro výrobu stavebních tepelných izolací.

### CHARAKTERISTIKA

Z konopných rostlin se pro výrobu tepelných izolací využívají především vlákna a pazdeří. Vlákna se získávají z vnější části stonku rostlin, pazdeří je dřevitá dužina obsažená ve stoncích. Vyšší obsah pazdeří ve vláknité hmotě je potřebný především pro desky nebo panely s vyšší objemovou hmotností (kolem 100 kg/m<sup>3</sup>) používané např. pro zateplení vnějších stěn s obkladem s provětrávanou vzduchovou vrstvou nebo pro zatěžované podlahy. Naopak surovina pro výrobu desek používaných pro nezatížené tepelné izolace střeš, stěn nebo stropů, které mají výslednou objemovou hmotnost přibližně 20 až 35 kg/m<sup>3</sup>, je pazdeří téměř zbavena.

### VÝROBA KONOPNÝCH IZOLACÍ

Výroba konopných tepelných izolací probíhá na specializované výrobní lince. Vstupní surovinou výroby je prefabrikované konopné rouno, které se do výroby dováží od externích dodavatelů. Samotná dodávka konopného rouna je realizována v ucelených balících housenkovitě seskládaných rohoží /foto 01/.

Na začátku výrobní linky tepelné izolace z konopí je rozvolňovací jednotka, která má za úkol konopné rouno rozvláchnit a vzájemně rozdělit /foto 02/. Děje se tak soustavou ocelových bubnů s hroty o velikosti 40 mm. Souběžně s rozvolňovací jednotkou pracuje i rozvolňovací jednotka pro dvoukomponentní vlákna z polypropylenu

01 | Konopné rouno pro výrobu tepelných izolací

02 | Rozvolněné konopné vlákno

03 | Rozvolněné BiCO vlákno





- 04 | Ukládání vlákna na pracovní pás
- 05 | Pás konopných vláken vstupující do termofixační pece
- 06 | Tepelně stabilizovaný pás konopných vláken při výstupu z termofixační pece
- 07 | Řezání pásu tepelné izolace
- 08 | Hotové desky tepelné izolace zabelené na paletách
- 09 | Ukázka použití tepelné izolace z technického konopí při zateplení stropu dřevostavby





08



09

a polyetylenu, tzv. BiCo vlákna /foto 03/. Tato vlákna jsou součástí výchozí směsi, v pozdější fázi výroby jsou tepelně tavena a vytváří pojivo struktury konopných vláken. Alternativním pojivem konopných vláken může být organické pojivo z kukuřičného škrobu.

Na rozvláčňovacích jednotkách jsou konopná vlákna a pojivová BiCo vlákna automaticky odvažována a podtlakem nasávána do pneumatického dopravního systému výrobní linky. Po jejich vzájemném smísení v poměru 9/1

(konopná vlákna/BiCo vlákna) je pneumatickým dopravníkem upravená surovinová směs transportována do odvažovací síla. Foukaná vlákna o velikosti cca 70 až 80 mm se nechávají volně padat do silového zásobníku, poté na pracovní pás, kde jsou ještě z důvodů rovnoměrného směrového uspořádání a rovnoměrně rozložené hmotnosti materiálu dvakrát znovu přemíchána /foto 04/. Vše probíhá za kontinuálního odvažování zajišťujícího výslednou objemovou hmotnost výrobku.



Expertní a znalecká kancelář  
**Doc. Ing. Zdeněk KUTNAR, CSc.**  
**IZOLACE & KONSTRUKCE**  
**STAVEB**

#### OBJEKTY

bytové, občanské, sportovní,  
 kulturní, průmyslové, zemědělské,  
 inženýrské a dopravní

#### KONSTRUKCE

ploché střechy a terasy, střešní  
 zahrady, šikmé střechy a obytná  
 podkroví, obvodové pláště,  
 spodní stavba, základy, sanace  
 vlhkého zdiva, dodatečné tepelné  
 izolace, vlhké, mokré a horké  
 provozy, chladírny a mrazírny,  
 bazény, jímky, nádrže, trubní  
 rozvody, kolektory, mosty, tunely,  
 metro, skládky, speciální  
 konstrukce

#### DEFEKTY

průsaky vody, vlhnutí konstrukcí,  
 povrchové i vnitřní kondenzace,  
 destrukce materiálů a konstrukcí  
 vyvolané vodou, vlhkostí  
 a teplotními vlivy

#### POUČENÍ

tvorba strategie navrhování,  
 realizace, údržby, oprav  
 a rekonstrukcí spolehlivých  
 staveb od koncepce až po detail

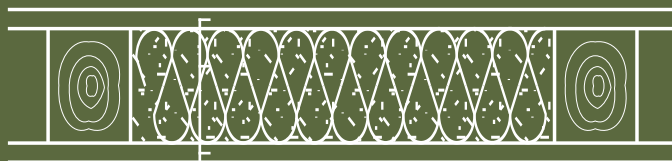
#### TECHNICKÁ POMOC

expertní a znalecké posudky vad,  
 poruch a havárií izolačních staveb,  
 koncepce oprav

#### KONTAKTY:

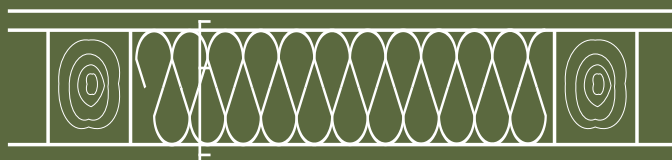
**KUTNAR**  
**IZOLACE & KONSTRUKCE STAVEB**  
 expertní a znalecká kancelář

- ČVUT Praha, fakulta architektury,  
 Thákurova 9, 160 00 Praha 6,  
 tel.: 224 356 304
- Stála služba:  
 Tiskařská 10, Praha 10,  
 tel.: 233 333 134
- Operativně mobil:  
 603 884 984



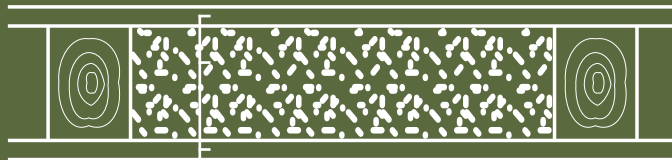
Obr. 01

- Sádrovláknitá deska 12,5mm
- CANABEST PLUS 100mm (dřevěný sloupek)
- Sádrovláknitá deska 12,5mm



Obr. 02

- Sádrovláknitá deska DEKCELL 12,5mm
- ISOVER UNI 120mm (dřevěný sloupek)
- Sádrovláknitá deska DEKCELL 12,5mm



Obr. 03

- Sádrovláknitá deska DEKCELL 12,5mm
- ISODEK 120mm (dřevěný sloupek)
- Sádrovláknitá deska DEKCELL 12,5mm

Pásovým dopravníkem je nekonečný pás konopných vláken dopraven k termofixační peci /foto 05/. Její součástí jsou dva pásy, zajišťující pohyb suroviny a rovnoměrné rozložení drobných konopných vláken po celé šířce pásu. Termofixační pec sestává z pěti komor, z nichž čtyři zajišťují tavení BiCo vláken a jejich vzájemné spojení s vláknou konopnými. Tento proces se odehrává při teplotě cca 135 °C a dochází při něm také k ustálení tloušťky výsledné tepelněizolační desky. V poslední, chladicí komoře termofixační pece, dochází k pozvolnému snižování teploty a chladnutí materiálu na teplotu 25 až 30 °C. Výsledkem je hotový pás tepelné izolace připravený pro zpracování na dělicí lince /foto 06/.

Dělicí linka přebírá průběžný pás tepelné izolace a provádí jeho dělení na požadovaný rozměr. Nejdříve v podélném směru, pomocí protiběžných pilových kotoučů, následně proběhne příčné dělení pomocí svislé raznice /foto 07/. Konečným krokem výroby je balení produktu a skladování v ucelených balících na paletách /foto 08/. Celý proces výroby je bezodpadový. Veškerý nadbytečný materiál po ořezu lze znovu rozvláknit a přidávat na počátek výrobního procesu.

Konopné tepelné izolace nacházejí uplatnění ve všech běžných konstrukcích staveb. V závislosti na svých vlastnostech jsou vhodné pro konstrukce střech, stěn, podlah a stropů /foto 09/. Tabulka /01/ uvádí srovnání technických parametrů tepelné izolace z konopí, vhodné pro použití ve výplních vnějších stěn dřevostaveb, s obdobnými výrobky z minerálních a celulózových vláken.

<Tomáš Kafka>

VÝROBEK	CANABEST PLUS	ISOVER UNI	ISODEK
materiál	konopná vlákna	minerální vlákna	celulózová vlákna
objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	36 ± 3	40	55 ± 5
součinitel tepelné vodivosti [W/(m.K)]	0,040	0,035	0,040
faktor difuzního odporu [-]	1,43	1	1
sorpční vlhkost 20/80 [%]	18,5	2	12
měrná tepelná kapacita [J/(kg.K)]	1 600	840	1 900
reakce na oheň	E	A1	B
požární odolnost stěny	REI 45 – skladba viz. /Obr. 01/	REI 60 – skladba viz. /Obr. 02/	REI 45 – skladba viz. /Obr. 03/

Tabulka 01 | Technické parametry tepelné izolace z konopných, minerálních a celulózových vláken

**...specializované činnosti  
svěřte specialistům...**

# **STATIKA KONSTRUKCÍ BUDOV**

- **DŘEVO**
- **OCEL**
- **ŽELEZOBETON**



**PROJEKTY | STATIKA | PRŮZKUMY | POSUDKY**

**Více informací získáte na:**

[www.atelier-dek.cz](http://www.atelier-dek.cz)

[www.statika-staveb.cz](http://www.statika-staveb.cz)

**Kontakty**

tel.: +420 234 054 284

[info@statika-staveb.cz](mailto:info@statika-staveb.cz)

[www.atelier-dek.cz](http://www.atelier-dek.cz)

**ATELIER DEK**

# TEPELNĚIZOLAČNÉ MATERIÁLY Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN V KONSTRUKCÍCH DŘEVOSTAVEB

VÝROBKY Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN PATŘÍ MEZI TRADIČNÍ TEPELNÉ IZOLANTY VYUŽÍVANÉ VE STAVEBNICTVÍ. VZHLEDEM K POŽÁRNÍM VLASTNOSTEM, TVAROVÉ STÁLOSTI, ALE ZÁROVEŇ TVAROVÉ PŘÍZPUSOBIVOSTI SE VÝROBKY Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN VÝZNAMNĚ UPLATŇUJÍ V KONSTRUKCÍCH DŘEVOSTAVEB. NÁSLEDUJÍCÍ ČLÁNEK MÁ PŘEDSTAVIT NEJDŮLEŽITĚJŠÍ VLASTNOSTI VÝROBKŮ Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN A PŘÍBLÍŽIT SPRÁVNOU VOLBU VÝROBKŮ DO RŮZNÝCH KONSTRUKCÍ DŘEVOSTAVEB.

## SKLENĚNÁ A ČEDIČOVÁ MINERÁLNÍ VLÁKNA

Minerálně vláknité izolace se dělí na dvě základní skupiny. Jednu skupinu tvoří výrobky z čedičových vláken. Druhou skupinu tvoří výrobky ze skleněných vláken. Základem výroby izolací z čedičových vláken je rozvláknování čedičové lávy. Výrobky ze skleněných vláken se vyrábí rozvláknováním skleněné taveniny.

Obě skupiny výrobků se od sebe liší svými technickými vlastnostmi. Rozdíly jsou způsobeny zejména mikroskopickou strukturou obou materiálů viz /foto 01 a foto 02/.

Výrobky z čedičové taveniny mají větší průměrnou tloušťku vláken a také větší rozdíly v tloušťkách jednotlivých vláken. To se projevuje vyšší tuhostí výrobků. Jednotlivá čedičová vlákna mají na sobě také více záhybů. Díky tomu drží výrobky z kamenné vlny déle

svůj tvar při zatížení požárem. Záhyby zabraňují rozpadu struktury materiálu i v případě, kdy vlivem požáru vyhoří pojivo. Tepelněizolační výrobky z čedičové vlny se dodávají v drtivé většině v nekomprimovaném stavu.

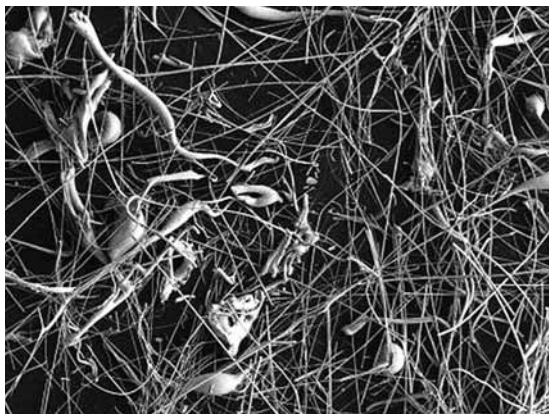
Vlákna vyrobená rozvlákněním skleněné taveniny mají obecně menší průměr než vlákna čedičová. Mají také menší rozdíly v průměru jednotlivých vláken. Vlákna jsou přímější. Díky menšímu průměru jsou skleněná vlákna ohebnější. Tepelněizolační výrobky ze skleněných vláken jsou tak obecně měkčí než výrobky z čedičových vláken. Přímost vláken umožňuje snadnou kompresi materiálu při balení a zároveň umožňuje nabývání původního objemu výrobku po rozbalení.

Z uvedených odlišností vyplývá způsob využití skupin výrobků. Tepelněizolační výrobky z čedičových vláken jsou zpravidla využívány v konstrukcích, kde

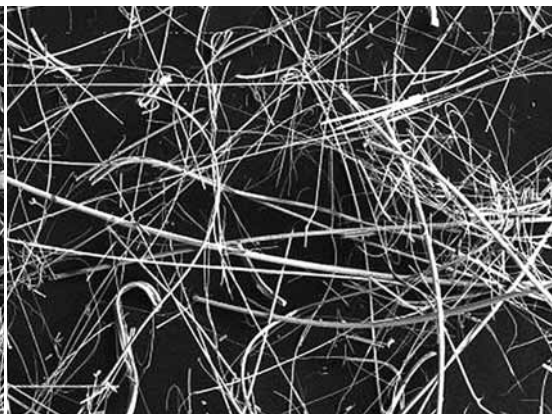
je potřeba tuhý materiál (např. tepelná izolace jednopláškových plochých střeš, kontaktní zateplovací systémy apod.) nebo v konstrukcích, kde výrazně přispívají k požární odolnosti konstrukce /foto 03/. Výrobky ze skleněných vláken se zpravidla používají v konstrukcích, kde lze využít schopnost materiálu přizpůsobit svůj tvar prostoru, do kterého jsou aplikovány.

## VLIV VLHKOSTI NA MINERÁLNĚ VLÁKNITÉ TEPELNÉ IZOLANTY

Tepelněizolační výrobky na bázi minerálních vláken dlouhodobě odolávají běžnému působení vzdušné vlhkosti v konstrukcích. Standardně jsou během výroby ošetřeny hydrofobizačním přípravkem. Ten se na vlákna nanáší bezprostředně po rozvláknění. Účelem hydrofobizace je snížit nasákavost materiálu a zabránit nasáknutí při příležitostném kontaktu s vodou. Při opakovaném kontaktu s vodou



01 | Struktura izolace z čedičových vláken



02 | Struktura izolace ze skleněných vláken

však hydrofobizace ztrácí na účinnosti. Proto musí být výrobky z minerálních vláken chráněny před působením vody.

Také dřevěné konstrukční prvky dřevostaveb je nutné chránit před působením zvýšené vlhkosti. Při návrhu konstrukcí v dřevostavbách, kde se uplatňuje konstrukční ochrana dřeva před vlhkostí, je zároveň vytvářeno také vhodné prostředí pro fungování tepelněizolačních materiálů z minerálních vláken.

Konstrukce se zabudovaným izolantem z minerálních vláken je vhodné navrhovat tak, aby v případě zvlhnutí tepelné izolace (např. při zatečení apod.) mohlo dojít v přiměřeném čase k odpaření vlhkosti. V případě uzavření mokrého izolantu mezi difúzně nepropustné vrstvy může dojít k degradaci pojiva a ztrátě tepelněizolačních a mechanických vlastností materiálu.

### PŘÍSPĚVEK K AKUSTICKÝM VLASTNOSTEM KONSTRUKCÍ DŘEVOSTAVEB

Základními akustickými vlastnostmi stavebních konstrukcí je vzduchová neprůzvučnost a index útlumu kročejového hluku. Vzduchová neprůzvučnost je vlastnost sledovaná u vnitřních stěn a u obalových konstrukcí budov, index útlumu kročejového hluku se sleduje u podlah nad chráněným

prostorem. Výrobky z minerálních vláken se uplatňují při zlepšování akustických vlastností vnitřních přiček, stropů, obvodových stěn a podlah.

### VNITŘNÍ PŘÍČKY, STROPY – VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST

Vnitřní stěny /foto 04/ a stropy /foto 05/ dřevostaveb jsou tvořeny zpravidla vícevrstvou konstrukcí ze sádkartonových nebo sádrovláknitých desek. Vzduchové neprůzvučnosti se u těchto konstrukcí dosahuje principem vícevrstvé konstrukce. Mezi vrstvami s vysokou plošnou hmotností (konstrukční desky, sádkartonový podhled apod.) je umístěn tlumič zvukových vln. Výrobky z minerálních vláken mají vhodné vlastnosti pro použití jako tlumič ve vícevrstevných konstrukcích. Kinetická energie zvukových vln se při kontaktu s izolantem přemění na kinetickou energii minerálních vláken. Je tak zabráněno šíření zvukových vln přes vícevrstvou konstrukci.

Pro použití jako tlumičí výplň vícevrstevných konstrukcí se hojně používají výrobky ze skleněných vláken. Výrobky určené pro aplikaci do vnitřních přiček a stropů jsou zpravidla dodávány v rolovaných páslech s objemovou hmotností nad 15 kg/m<sup>3</sup> jako např. Isover PIANO nebo Isover DOMO. Do přiček jsou vhodné také výrobky z čedičových vláken dodávané ve formě desek

/foto 03/ o objemové hmotnosti 40 kg/m<sup>3</sup> a více jako např. Isover AKU nebo Isover UNI.

### PODLAHY – ÚTLUM KROČEJOVÉHO HLUKU

Pro dosažení útlumu kročejového hluku v podlahových konstrukcích se všeobecně uplatňuje princip plovoucí podlahy. Ten spočívá v oddělení roznášecí vrstvy podlahové konstrukce od nosné konstrukce materiálem s nízkou dynamickou tuhostí (tzv. kročejovou izolací). Kročejová izolace umožňuje nezávislé kmitání roznášecí vrstvy, aniž by se kmity přenášely do nosných konstrukcí stavby.

Jako tradiční kročejová izolace se uplatňují výrobky z minerálních vláken ve formě desek tloušťky 30 až cca 50 mm. Sledovanou vlastností u výrobků pro kročejovou izolaci je jejich stlačitelnost definovaná dle ČSN EN 13162 jako míra stlačení výrobku při normovém zatížení. Pro konstrukce tzv. lehkých plovoucích podlah (roznášecí vrstvu tvoří deskový materiál, např. OSB desky nebo sádrovláknité desky) se používají výrobky se stlačitelností do 2 mm, např. Isover TDPT. Naopak pro těžké plovoucí podlahy (roznášecí vrstvu tvoří betonový potěr nebo potěr na bázi síranu vápenatého) se používají výrobky s vyšší stlačitelností do 5 mm, např. Isover TANGO nebo Isover N. Desky pro kročejovou izolaci podlah se vyrábí z čedičových i ze skleněných minerálních vláken.

## POUŽITÍ V PLOCHÝCH STŘECHÁCH

V jednopláškových střeších, kde je tepelněizolační vrstva umístěna pod hydroizolační vrstvou musí tepelná izolace odolávat tlaku vyvolanému zatížením při přecházení osob při montáži a při údržbě střechy. Zároveň musí odolávat nahodilému zatížení. Horní vrstva tepelné izolace také musí zajišťovat dostatečně tuhý podklad, aby umožnila kvalitní spojování povlakových hydroizolací. Z těchto důvodů se pro tepelnou izolaci jednopláškových plochých střech používají minerální vlákna vyrobená výhradně z čedičové lávy. Pro spodní vrstvu tepelné izolace se používají tepelněizolační desky s charakteristickým napětím při 10% stlačení od 30 kPa. Pro horní vrstvu v tloušťce minimálně 50 mm se pak používají výhradně výrobky s pevností v tlaku minimálně 60 kPa.

Ve dvouplášťových plochých střeších nepřenáší tepelněizolační vrstva žádné zatížení, kromě vlastní tíhy. Z toho důvodu se pro tyto konstrukce používají převážně netuhé výrobky z minerálních vláken. Při menší tloušťce tepelněizolační vrstvy lze použít tepelněizolační desky nebo rolované pásy ze skleněných vláken. V případě větších tloušťek tepelněizolační vrstvy, kdy by mohlo docházet ke stlačení spodních vrstev tepelné izolace vlastní tíhou materiálu, je vhodné použít netuhé

tepelněizolační desky z čedičových minerálních vláken o objemové hmotnosti alespoň 40 kg/m<sup>3</sup>.

## POUŽITÍ V ŠIKMÝCH STŘECHÁCH

Při zateplování šikmých střech s tepelnou izolací mezi krokviemi je požadováno, aby tepelná izolace z minerálních vláken byla poddajná, aby beze spár vyplnila prostor mezi krokviemi. Zároveň je požadováno, aby byla dostatečně tuhá a tvarově stálá, aby při umístění mezi krokve jednotlivé přířezy nevypadávaly vlastní tíhou. Tepelná izolace nesmí v průběhu užívání stavby sesedat.

V případě použití výrobků ze skleněných vláken je vhodné použít materiály s vyšší objemovou hmotností, alespoň nad 20 kg/m<sup>3</sup>. Výhodné je použít materiály, které jsou pružné a po stlačení ihned nabudou původní objem. Uvedených vlastností je dosahováno zejména vyšší hustotou skleněných vláken a také úpravou jejich orientace při výrobě. Použití materiálů s vyšší hustotou vláken a objemovou hmotností je výhodné také z důvodů lepších tepelněizolačních vlastností. Příkladem vhodného výrobku je například Isover UNIROL PROFI. Výrobky ze skleněných vláken určené pro tepelnou izolaci šikmých střech mezi krokviemi jsou dodávány převážně v komprimovaném stavu

v podobě rolovaných pásů. Použití rolovaných pásů je výhodné z hlediska minimalizace prořezu. Z rolovaného pásu lze odříznout přířez podle skutečné světlé šířky mezi krokviemi.

Některé netuhé výrobky z čedičových vláken mají výhodné mechanické vlastnosti pro použití do šikmé střechy mezi krokve. Jedná se o pružné tepelněizolační desky s objemovou hmotností kolem 40 kg/m<sup>3</sup>, např. Isover UNI. Pokud však není světlá šířka mezi krokviemi koordinována s rozměry tepelněizolačních desek, je nutné počítat s větším prořezem než při použití rolovaných pásů ze skleněných minerálních vláken. Při použití výrobků z čedičových vláken mezi nebo pod krokviemi poskytuje tepelněizolační vrstva tužší podklad pro kvalitní spojování parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstvy, než je tomu u výrobků ze skleněných vláken.

Při návrhu a realizaci šikmé střechy s tepelnou izolací mezi krokviemi je nutné důsledně dbát ve všech fázích na kvalitu parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstvy. Důsledkem nekvality parotěsnicí vrstvy je kondenzace vodní páry ve skladbě a následná postupná degradace tepelněizolační vrstvy.

Z hlediska dlouhodobé funkčnosti a trvanlivosti konstrukce šikmé střechy je značně spolehlivější

03 | Řezání desky z čedičových vláken

04 | Desky s čedičových vláken jako tlumící výplň příčky





způsob zateplení šikmé střechy s tepelnou izolací nad krokvy. A to za předpokladu, že pod tepelněizolační vrstvou bude provedena kvalitní parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstva. Takovou lze provést zejména v podobě asfaltového pásu na bednění nebo jiném tuhém podkladu.

## OBVODOVÉ STĚNY DŘEVOSTAVEB

Tepelnou izolaci obvodových stěn dřevostaveb lze rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří tepelný izolant umístěný v prostoru mezi nosnými prvky konstrukce stěny /foto 06/, případně mezi nosnou konstrukcí a vnitřním opláštěním obvodové stěny. Druhou skupinu tvoří zpravidla tepelný izolant při vnějším povrchu obvodové stěny. Jedná se buď o tepelnou izolaci vnějšího kontaktního zateplovacího systému aplikovaného na vnějším opláštění nosné konstrukce nebo o tepelnou izolaci umístěnou pod vnějším větraným obkladem.

Pro tepelnou izolaci umístěnou mezi nosnou konstrukcí je nutné volit takové výrobky, u kterých je zajištěno, že v průběhu užívání stavby nebude docházet k jejich sesedání. Tepelněizolační výrobky musí být poddajné, aby beze spár vyplnily dutinu v konstrukci. Vhodné jsou zejména pružné výrobky z čedičových vláken o objemové hmotnosti min 40 kg/m<sup>3</sup>, např.

Isover UNI nebo Isover AKU. Z hlediska požární ochrany je pro vyplnění prostoru mezi nosnou konstrukcí vhodnější použití izolantu z čedičových vláken, než ze skleněných vláken. Při zkouškách požární odolnosti stěnových konstrukcí dřevostaveb vykazují konstrukce s izolantem z čedičových vláken vyšší požární odolnost. Důvodem je schopnost výrobků z čedičových vláken zachovat svou strukturu při vyšších teplotách, než je tomu u výrobků ze skleněných vláken.

Vnější kontaktní zateplení se v našich podmínkách v případě izolantu z minerálních vláken provádí zásadně s použitím výrobků z čedičových vláken. Výrobky pro kontaktní zateplovací systémy musí být v sortimentu výrobců izolací z minerálních vláken jednoznačně vyčleněny. Důvodem je množství specifických požadavků, které jsou na izolant pro vnější kontaktní zateplovací systém kladeny. Jedná se vždy o tuhé tepelněizolační desky s vlákny orientovanými buď převážně podélně s rovinou desky nebo převážně kolmo k rovině desky.

Častým řešením tepelné izolace obvodové stěny dřevostavby je umístění tepelného izolantu pod větraný vnější fasádní obklad. U tepelného izolantu z minerálních vláken je v takovém případě požadováno, aby nedocházelo

k jeho sesedání. Výhradně se používají výrobky ve formě desek. Materiál musí být dostatečně tuhý, aby při upevňování hmoždinkami nedocházelo k nepřípustnému zeslabení materiálu. Upevňené desky se nesmí prověšovat. Vhodným výrobkem jsou pružné desky z čedičových vláken o objemové hmotnosti minimálně 50 kg/m<sup>3</sup>. Vhodným výrobkem je například Isover FASSIL. U skladeb obvodových stěn s větraným vnějším obkladem je nutné zabránit zatečení srážek do tepelné izolace. K tomu je vhodné použít hydroizolační fólii, která je účinně propustná pro vodní páru.

## ZÁVĚR

Při návrhu a provádění je nutné respektovat vlastnosti jednotlivých výrobků. Pro dlouhodobou trvanlivost tepelné izolace z minerálních vláken i konstrukčních prvků dřevostaveb je nutná důsledná ochrana před působením vlhkosti.

<Petr Řehořka>

Z důvodu komplexnosti a dostupnosti sortimentu byl článek vytvořen s použitím technických podkladů společnosti Saint-Gobain Isover CZ s.r.o.

05| Pásy ze skleněných vláken jako tlumící výplň podhledu



06| Desky z čedičových vláken jako tepelněizolační výplň vnější stěny





# HYDROIZOLAČNÍ DEFEKTY SPODNÍ ŠTAVBY RODINNÉHO DOMU

ANALÝZA PŘÍČIN DEFEKTŮ BUDOV JE TRVALÝM ZDROJEM POUČENÍ. PRO EXPERTNÍ A ZNALECKOU KANCELÁŘ KUTNAR – KONSTRUKCE & IZOLACE STAVEB JE JEDNÍM Z PILÍŘŮ NA CESTĚ ZA FORMULACÍ MODERNÍ TEORIE KONSTRUKČNÍ TVORBY BUDOV. TA JE JIŽ OD 70. LET MINULÉHO STOLETÍ UKLÁDÁNA DO DOKUMENTŮ TRVALÉ HODNOTY – ČESKOSLOVENSKÝCH, RESP. POZDĚJI ČESKÝCH TECHNICKÝCH NOREM.

VYSKYTNOU-LI SE NA BUDOVĚ VADY A PORUCHY – OBECNĚ DEFEKTY BUDOV, JE TO PRO VŠECHNY PARTNERY VÝSTAVBY – INVESTORY, UŽIVATELE, PROJEKTANTY I DODAVATELE, VELMI NEPŘÍJEMNÉ.

OCENĚNÍ SI ZASLOUŽÍ PŘÍSTUP, SE KTERÝM SE V POSLEDNÍ DOBĚ SETKÁVÁME – SE CTÍ SE SE SITUACÍ VYROVNAT – PŘIJÍT V PRVNÍM KROKU NA PŘÍČINY DEFEKTŮ A ZÁVADY ODSTRANIT. K TOMU MŮŽE NAPOMOCI I NESTRANNÁ ANALÝZA PROBLÉMU, O KTEROU SE V EXPERTNÍ A ZNALECKÉ KANCELÁŘI SNAŽÍME, A TO V ÚZKÉ SPOLUPRÁCI SE STRANAMI. DÁLE UVEDENÝ PŘÍKLAD NECHŤ JE TOHO PŘÍKLADEM.

## 1. VÝSKYT HYDROIZOLAČNÍCH DEFEKTŮ

Rodinný dům o dvou nadzemních a v části jednom podzemním podlaží /foto 01/, postavený před cca 5 lety, vykazuje v suterénu i v přízemí budovy hydroizolační defekty. V přízemí budovy vlhne v několika místech pata nadzemního obvodového zdiva, např. v garáži /foto 02/, v suterénu budovy jsou stejnými vlhkostními defekty postiženy paty zdiva po celém obvodu stavby /foto 03, 04/.

## 2. KONSTRUKČNÍ NÁVRH BUDOVY

Budova navržena ve stěnovém systému z prvků POROTHERM. Pouze suterénní stěna v přechodu suterén – přízemí je železobetonová. Objekt je založen na betonových pasech, přes které probíhá podkladní betonová deska vyztužená ocelovou sítí. Mezi pasy pod podkladní deskou užit hutněný šterkopískový zásyp v tloušťce 100 mm. Stropy jsou monolitické železobetonové.

K hydroizolaci suterénu užitá folie z měkčeného PVC zn. FATRAFOL 803 tl. 2 mm, k hydroizolaci podlahy v přízemí užitá tatáž fólie tl. 1 mm. Folie je podložena a z vrchu chráněna geotextilií. Částečnou představu o prostorovém a konstrukčním řešení budovy si lze vytvořit z podélného a příčného řezu /obr. 01, 03/ a zvětšených částí výkresové dokumentace /obr. 02, 04/.

## 3. REALIZACE STAVBY

Postup výstavby rodinného domu byl fotograficky dokumentován. To umožňuje dodatečně postihnout a pochopit některé důležité skutečnosti, které mohly vyvolat či ovlivnit vyskytující se hydroizolační defekty.

Z fotodokumentace a dalších informací vyplynulo:

- a) Objekt založen na nepropustné zemině. Ve výkopu suterénní části se zadržovala voda /foto 05/. Nepropustné vrstvy jsou patrně místy proloženy propustnějšími vrstvami, které mohou ke stavbě přivádět vodu.



02



03



04



05



06



07



08



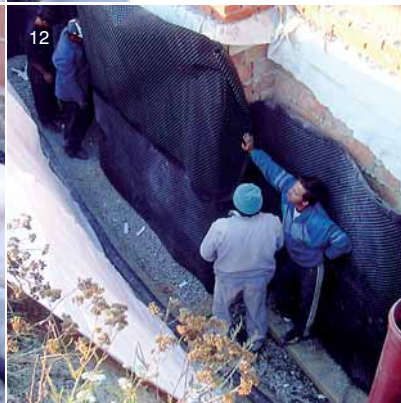
09



10



11



12



13



14



15

b) Fóliová hydroizolace byla v suterénní části budovy realizována převážně do „izolační“ vany /foto 06, 07/. Pod železobetonovou stěnou izolační povlak podcházel.

c) Fóliová hydroizolace byla provedena z jiné folie než FATRAFOL 803.

d) Obvodové nosné stěny suterénu i přízemí byly realizovány z cihelných bloků s vertikálními dutinami. Složitější konstrukce bazénů byly do prostoru suterénu realizovány následně /foto 08/.

e) Přízemní obvodové zdivo bylo podloženo hydroizolační folií krytou textilií /foto 09/.

f) Kolem objektu na návodní východní a zčásti severní straně byla dodatečně v průběhu výstavby do rozšířeného výkopu realizována drenáž, zaústěná do vsakovacího objektu /foto 10, 11, 12, 13/. Průběh drenážní větve a návrh vsakovacího objektu – viz. /obr. 05, 06/.

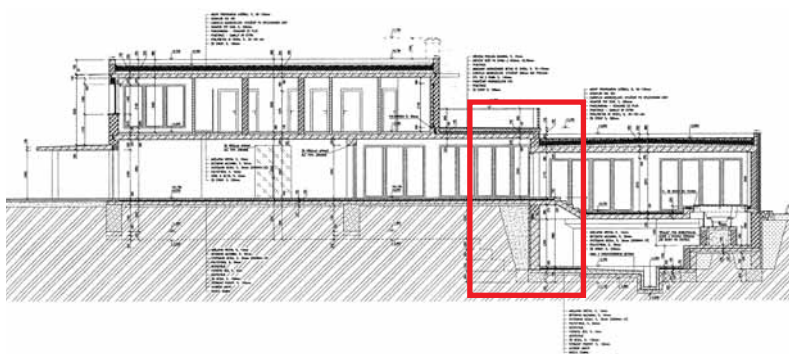
g) V závěru výstavby realizována splašková a dešťová kanalizace s potrubím umístěným nad drenáží. Dešťová kanalizace je zaústěna do vsakovacího objektu /foto 14, 15/.

h) Po dokončení rodinného domu postihla stavbu záplava vodou hrnoucí se z přilehlého svahu /foto 16, 17/. Voda vystoupala cca 100 mm nad upravený terén /foto 18/.

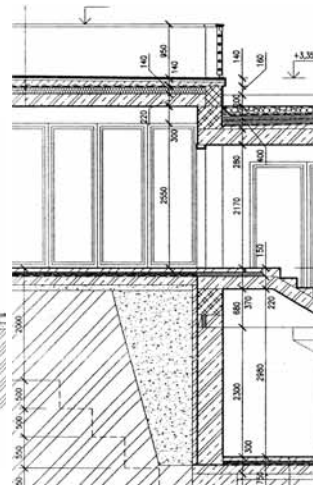
i) Při záplavě voda pronikla na podlahu suterénu /foto 19/. Vytékala z paty suterénní stěny /foto 20/. Výskyt vlhkých skvrn na omítce v ploše suterénního zdiva svědčil o pronikání vody do struktury zdiva vysoko nad podlahou /foto 21/.

#### 4. ANALÝZA MOŽNÝCH PŘÍČIN PRŮSAKŮ SRÁŽKOVÉ VODY DO OBJEKTU

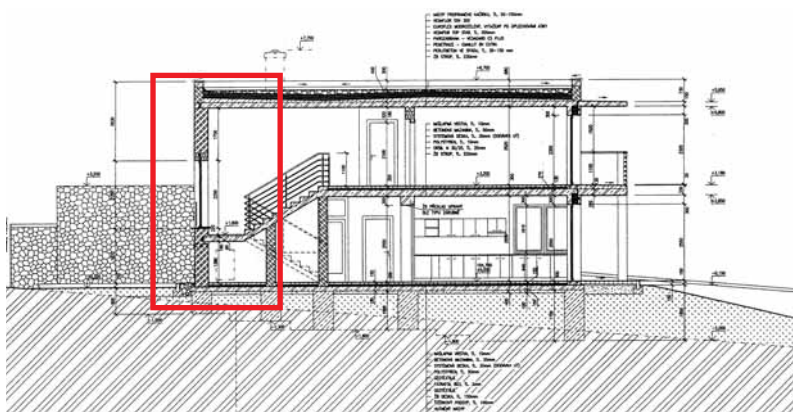
V počátečních fázích šetření příčin hydroizolačních defektů byla stranám k diskusi poskytnuta následující analýza problému:



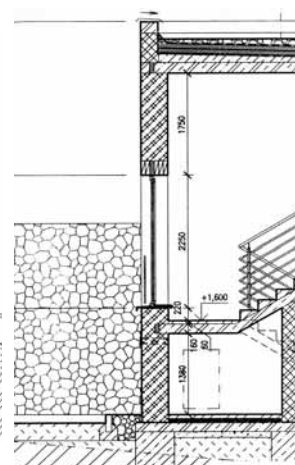
Obr. 01 | Podélný řez budovou



Obr. 02 | Podélný řez budovou – zvětšený výsek



Obr. 03 | Příčný řez nepodsplepenou částí budovy



Obr. 04 | Příčný řez budovou – zvětšený výsek

a) Konstrukční a hydroizolační řešení spodní stavby by bylo navrženo správně do podmínek propustného horninového prostředí v podzákladí. Tomu tak ale v posuzovaném případě není. Zeminy v podloží posuzované stavby lze klasifikovat jako nepropustné. Pak hrozí nebezpečí hromadění srážkové vody ve stavební jámě v zásypech kolem objektu. Případná voda působí na konstrukce podzemí hydrostatickým tlakem.

Při větších tlacích hrozí riziko prolomení podlah. Také každá chyba v provedení vodotěsnosti

spojů pásových izolací se projeví průsaky vody do podzemních prostor objektů. Handicap nepropustnosti podloží se v praxi často řeší aplikací drenáže. Tak tomu bylo i v posuzovaném případě. Drenáž byla ale realizována dodatečně, a to jen po obvodu části objektu. Přitom riziko průsaků srážkových vod hrozí v daném případě po třech stranách budovy. Navíc může srážková voda prosakovat ze zásypů na bocích budovy za železobetonovou stěnu, kde drenáž není.

Poznámka: Do těchto míst může být také srážková voda přiváděna drenážní větví z úrovně přízemí.

b) Jednovrstvé foliové hydroizolační povlaky je obtížné ve spojích svařit vodotěsně. I když ČSN P 73 0606 použití jednovrstvých povlaků do podmínek tlakové vody připouští, zkušenosti posledních let ukazují, že by měly být navrhovány systémy sestávající ze dvou folií s vakuovou kontrolou těsnosti prostoru mezi nimi. To je také v ČSN P 73 0606 doporučeno. Z toho plyne, že v posuzovaném případě je třeba bezpodmínečně zabránit výskytu tlakové vody v základové spáře.



c) Jaké jiné cesty pronikání srážkové, resp. průsakové vody do budovy přicházejí v úvahu?

ca) Častou příčinou průsaků srážkových, resp. průsakových vod do podzemí budov bývají propustné zpětné spoje v patě suterénních stěn. Svaření nebývá dokonalé v důsledku znečištění povrchu folií zeminou z výkopu, resp. v důsledku nedokonalého očištění povrchu spodní folie. V posuzovaném případě tomu tak může být i u zpětného spoje v úrovni přízemí.  
Poznámka: Nepotvrdilo se, příčina byla jiná – viz. dále.

cb) Častou příčinou průsaků vody do suterénu budov bývají chybně izolované propusty potrubí.

cc) Jiným zdrojem vody, a to i v posuzovaném případě, mohou být průsaky vody na foliový povlak skrze nášlapná souvrství dlažeb před vstupy do budovy a následná náhodná cesta vody po skloněném fóliovém povlaku v podlaze po půdorysu objektu, a to včetně další možné cesty do suterénu.

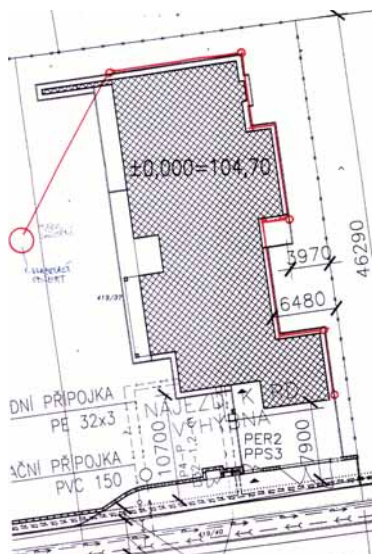
cd) Z výskytu vlhkých skvrn na stěnách suterénních stěn vysoko nad podlahou vyplývá, že přívalová voda do stěny vnikla skvrhu. Místem průniku mohlo být ukončení povlaku v přízemí na stěně. Voda se do suterénní stěny mohla také dostat vadnými spoji folie ve svrchní části povlaku (viz b.), ale také cestou popsanou v cb).

Poznámka: Vertikální pohyb vody ve zdivu usnadňují svislé dutiny ve zdících prvcích.

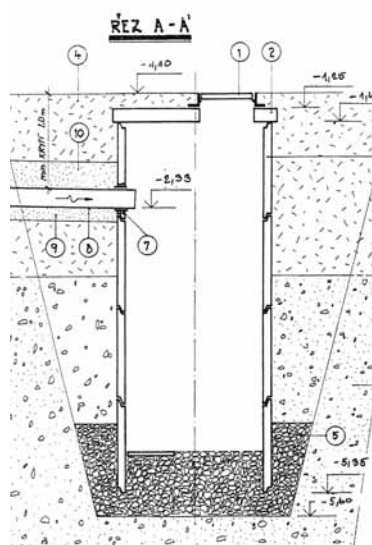
ce) Nelze také vyloučit propustnost technologických potrubí. To by ale nebyl jediný zdroj vlhkostních defektů.

cf) Nelze také vyloučit zpětné pronikání srážkové vody drenážní větví z vodou přeplněného sběrného objektu k patě suterénních stěn. Schema viz. /obr. 07/.

d) Z projevů současného vlhnutí stěn vyplývá, že se voda vyskytuje v podlaze suterénu na fóliovém povlaku. Stěny ji jako knot transportují vzhůru. Dle všeho se nejedná jen o vodu



Obr. 05 | Poloha drenážní větve a vsakovacího objektu u budovy



Obr. 06 | Návrh vsakovacího objektu



18

z dřívějších zdrojů. Přítok vody je pravděpodobně permanentní, resp. příp. cyklický v závislosti na momentální hydrofyzikální expozici exteriéru.

Závěrem jednání stran bylo přijato rozhodnutí konstrukci v charakteristických místech rozkryt, a to pomocí sond.

## 5. PRŮZKUMNÉ SONDY

Provedení hydroizolace v patě stěny v garáži bylo ověřováno sondou S1 ze strany interiéru /foto 22/ a sondou S2 ze strany exteriéru /foto 23/. Zjištěné skutečnosti jsou zakresleny na /obr. 08/. Příčinou vlhnutí zdiva v této oblasti je existence vlhkostního mostu. K izolaci stěny nebyla použita fólie napojená na vodorovný fóliový povlak, ale stěrka, kterou nelze hydroizolačně propojit s fólií. Na fólii byla navíc ponechána

textilie, která vede vlhkost z vnější vodorovné plochy základu do paty zdiva. Při přenosu sněhu z aut na podlahu garáže v zimním období nelze vyloučit i tuto cestu vlhkosti z konstrukce podlahy do stěny, stejně jako nelze vyloučit transport vody po fólii do garáže z oblasti vstupu. Dle všeho se patrně nebude v posledně uvedených případech jednat o rozhodující zdroj vlhkosti pronikající do paty stěny.

Provedení soklové partie podsklepené části budovy ověřováno sondou S3 /foto 24/. Zjištěné skutečnosti zakresleny na /obr. 09/. Příčinou pronikání vody do zdiva a následně průtokem vertikálními otvory ve zdících prvcích do suterénu bylo při přivalových deštích ukončení fóliového povlaku 200 mm pod úroveň terénu.

Vlhkostní stav podlahové konstrukce ověřován sondou S4 /foto 25, 26/.

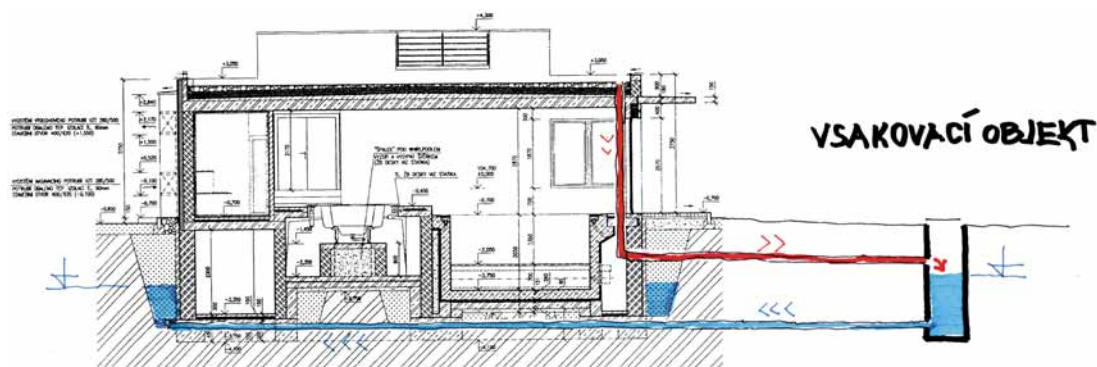
Zjištěné skutečnosti zakresleny na /obr. 10/.

Textilie ležící na hydroizolační fólii byla zastižena mokrá, pěnový polystyren rovněž vykazoval zvýšenou vlhkost. Mokrá byl i písek při stěně, chránící volně položené elektrické kabely. Na fólii nalezen vodní film.

## 6. PŘÍČINY VLNUTÍ ZDIVA – ZÁVĚRY

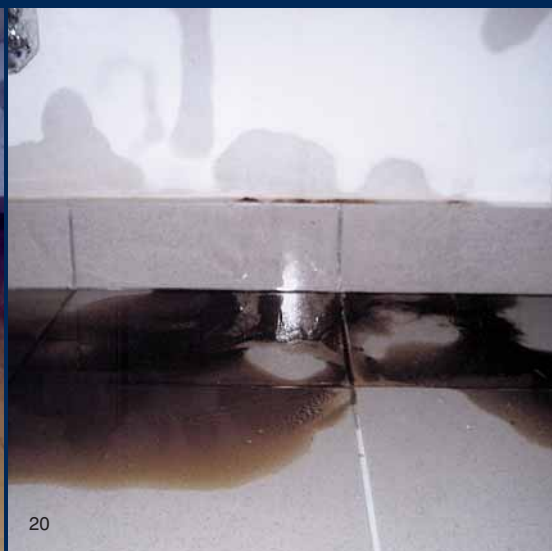
6.1 Vlhnutí paty stěny, resp. omítky v interiéru garáže, resp. v dalších místech v přízemí, souvisí s vadnou koncepcí hydroizolačního provedení detailu v oblasti soklu budovy. V projektu není uvedený detail srozumitelně řešen. Dodavatel jej provedl dle vlastní úvahy, ale řešení se neosvědčilo. Vlhkostní most vede k pronikání srážkové vody do zdiva. Detail vyžaduje opravu.

Obr. 07 | Princip zpětného zaplavení záspyu kolem stavby srážkovou vodou ze střech





19



20



21

Poznámka:

- (1) Voda prosakuje textilii a sytí keramický střeš, který kapilaritou vede vlhkost do horních partií zdících tvarovek. Stejný proces probíhá i v omítkách.
- (2) Sezónním doplňkovým zdrojem vlhkosti pronikající do zdiva by mohla být i voda ze sněhu zachyceného na parkujících autech. Dlažba není pro vodu stojící v kalužích na povrchu podlahy překážkou. Může dojít k průsakům vody do konstrukce a k zachycení na povrchu fóliového povlaku. Po povlaku se voda může rozlévat pod zdivo.

Povrch hydroizolačního povlaku není v projektu odvodněn, ledaže bychom připustili výtok vody do terénu v oblasti vstupu. Pohyb vody by v těchto místech mohl být ale i dvousměrný, tedy dovnitř.

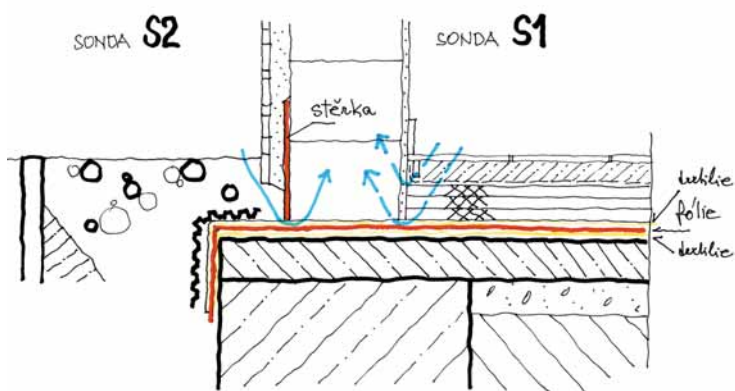
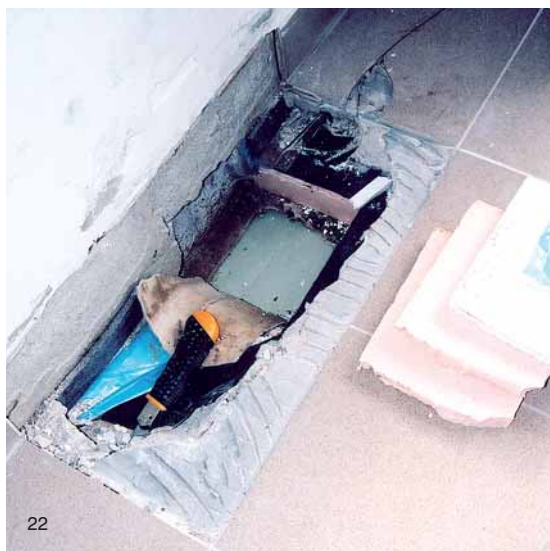
- 6.2 Průsak vody do zdiva v oblasti soklu v podsklepené části budovy při přívalemé dešti byl jednak způsoben vyšší úrovní terénu na návodní straně budovy oproti projektu (terén je ve všech případech kreslen v úrovni koruny nosné stěny povlaku), tak chybným ukončením fóliového hydroizolačního povlaku pod úrovní šterkopískového zásypu.

V projektu není uvedený detail srozumitelně řešen. Detail vyžaduje opravu.

Poznámka: Rigol realizovaný ve svažitém terénu nad stavbou má riziko zaplavení okolí stavby přívalemou vodou potlačit. Zaplavení ale nelze ani tak vyloučit. Ukončení povlaku pod terémem odporuje zvyklostem i logice věci. Obvyklý přesah povlaku nad terén činí 300 mm.

- 6.3 Vlhnutí paty stěn v suterénu souvisí se zaplavením suterénu vodou při přívalemé dešti. Příčinou další dotace skladby





Obr. 08 | Průsaky vody do paty zdiva v nepodsklepené části budovy

podlahy vodou mohou být průsaky vody hydroizolačně vadným povlakem v důsledku zpětného zaplavení zásypů kolem stavby prostřednictvím drenáže, příp. v důsledku přímého průsaku srážkové vody do zásypu.

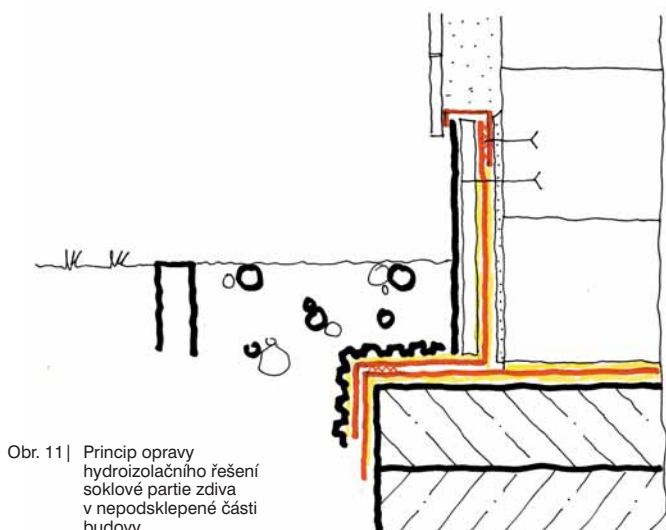
Poznámka:

- (1) Srážková voda přiváděná do vsakovacího objektu nestačí dostatečně rychle vsakovat do horninového prostředí a vzdouvá se.
- (2) Vznikající hydrostatický tlak cca 1 m vodního sloupce prověří každou netěsnost povlaku.

Skladba podlahy obsahuje zvýšenou vlhkost, resp. na fóliovém povlaku i volnou vodu. Ta vsakuje do zdiva. Vlhkostně nepříznivý stav podlahové konstrukce a vlhnutí paty stěn souvisí s realizací vadného detailu sokla a případně i vadného návrhu vsakovacího objektu v kombinaci s pro vodu propustným povlakem. Vodotěsnost povlaku lze prověřit pomocí kontrolní drážky realizované kolem paty obvodových stěn.

## 7. DOPORUČENÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

Hydroizolaci exteriérové oblasti soklu v nepodsklepené části budovy lze opravit principem zachyceným na /obr. 11/.



Obr. 11 | Princip opravy hydroizolačního řešení soklové partie zdiva v nepodsklepené části budovy

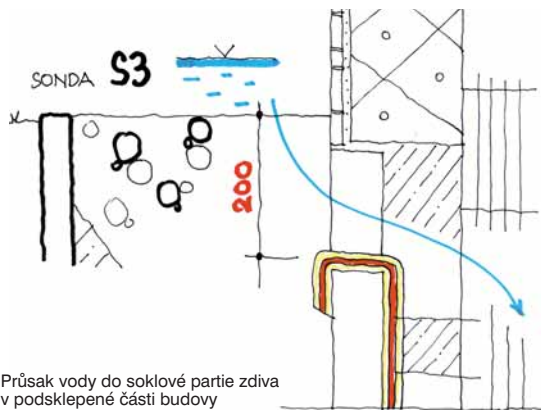


24

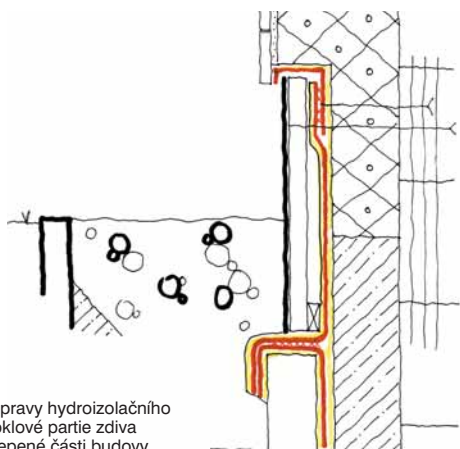
Řešení spočívá v prodloužení fóliového povlaku nad terén a jeho krytí vhodnou předstěnou. Obdobnou úpravu v interiérové oblasti se doporučuje provést až tehdy, nebude – li exteriérový zákrok postačující. Na stejném principu je založena i oprava hydroizolace v podsklepené části budovy – viz. obr. /12/.

V případě podlahy suterénu se doporučuje nejprve realizovat kontrolní drážku v podlaze kolem obvodových, příp. i vnitřních stěn, viz. /obr. 13/. Nebudou-li zjištěny průsaky vody do drážky při stěně, lze konstatovat kvalitní provedení povlaku. Budou-li se vyskytovat průsaky, nezbývá než uvažovat o zdokonalení drenážního systému. V každém případě je třeba se postarat o odvodnění vsakovacího objektu. V úvahu přichází přecherpávání vody či její odvedení po svahu na níže situovaný pozemek.

Je na rozhodnutí investora, zda se vlhká konstrukce podlahy ponechá vysychat, což je mnohaletý proces, či zda se vymění. Případnou výměnu podlahy se doporučuje



Obr. 09 | Průsak vody do soklové partie zdiva v podsklepené části budovy



Obr. 12 | Princip opravy hydroizolačního řešení soklové partie zdiva v podsklepené části budovy



25



26

provést až po realizaci všech výše popsaných nápravných zákroků. Opravy konstrukcí je třeba provést podle projektu oprav.

## 8. SOUČASNÝ STAV

V současné době je zpracován projekt opravy hydroizolací budovy. Realizace se má uskutečnit v nejbližší době.

*Poznámka na závěr:*

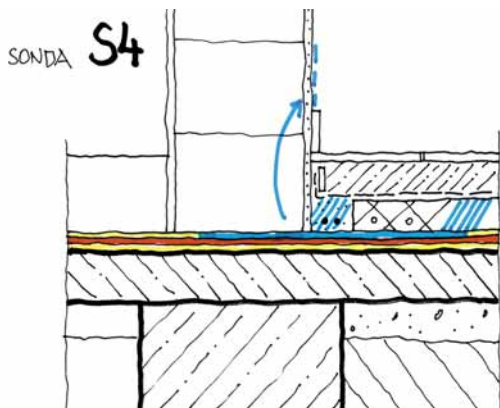
*Jak je to jednoduché, když se ví příčiny defektů. Či jak je to složité, stojíte-li nad hotovou stavbou postiženou průsaky a v hlavě se vám honí myšlenky o desítkách možných příčin.*

*Příklad je dokladem jak zrádná a komplikovaná je hydroizolační*

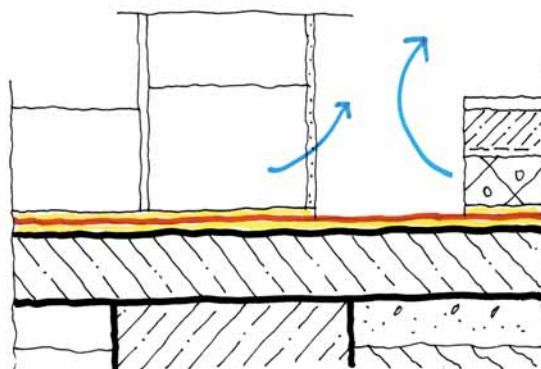
*technika, závislá mimo jiné na perfektní vazbě řady stavebních profesí, promyšleném návrhu a dokonalém provedení.*

*Neúspěch v této oblasti je velmi drahý, a to nejen materiálně. Proto se hydroizolační technika řadí k nejdůležitějším partiím stavění.*

<Zdeněk Kutnar>



Obr. 10| Vzlínání vody z povrchu fóliového povlaku do paty zdiva v suterénu budovy



Obr. 13| Kontrolní a větrací drážka v podlaze u paty zdiva v suterénu



## STŘEŠNÍ HYDROIZOLAČNÍ FÓLIE Z mPVC

DEKPLAN 76 tl. 1,8mm, 1,5mm a 1,2mm  
mechanicky kotvená hydroizolační vrstva střeš.



DEKPLAN 76 má široký rozsah použití do střešních skladeb v požárně nebezpečném prostoru. **Nejvíce skladeb plochých střeš testovaných v autorizované zkušebně na chování při vnějším požáru s klasifikací B<sub>roof(T3)</sub> obsahuje právě fólii DEKPLAN 76.**

 **DEKPLAN**