

DEK TIME

02 | 2010

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

DEKMETAL REKONSTRUKCE FASÁDY

TECHNICKÉ PARAMETRY A POUŽITÍ
TEXTILIE FILTEK

DŘEVOSTAVBY
VZDUCHOTĚSNOST
V SOUVISLOSTECH

TERMOPRECIPITACE
A JEJÍ VLIV NA KVALITU POVRCHŮ FASÁD

ZAVĚŠENÉ
VĚTRANÉ FASÁDY
S KAMENNÝM OBKLADEM



MAXIDEK®

VELKOFORMÁTOVÁ PROFILOVANÁ PLECHOVÁ STŘEŠNÍ KRYTINA

MAXIDEK je velkoformátová krytina, profilovaná střešní tašková tabule, která imituje vzhled klasických střešních tašek. Výjimečný je tzv. 3D cut, který kopíruje tvar střešních tašek na čelním okraji tabule.

www.plechovestrechy.cz



ČÍSLO
2010 **02**

V TOMTO ČÍSLE NALEZNETE

- 04** REKONSTRUKCE FASÁDY Z BOLETICKÝCH PANELŮ TECHNOLOGIÍ DEKMETAL
Ing. Jiří Vilášek
- 12** TECHNICKÉ PARAMETRY A POUŽITÍ TEXTILIE FILTEK
Ing. Jiří Tokar
- 16** VZDUCHOTĚSNOST DŘEVOSTAVEB V SOUVISLOSTECH
Ing. Jiří Skřípský
- 24** TERMOPRECIPITACE A JEJÍ VLIV NA KVALITU POVRCHŮ FASÁD
Bc. Viktor Kaulich
- 30** ZAVĚŠENÉ VĚTRANÉ FASÁDY S KAMENNÝM OBKLADEM
Ing. Zdeněk Plecháč

FOTOGRAFIE NA OBÁLCE

odraz historické budovy
v moderní fasádě | New York
Autor: Ing. arch. Viktor Cerný

DEKTIME ČASOPIS SPOLEČNOSTI **DEK**
PRO PROJEKTANTY A ARCHITEKTY

datum a místo vydání: 28. 06. 2010, 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. Luboš Káně, tel.: 234 054 207, e-mail: lubos.kane@dek-cz.com **redakční rada** Ing. Luboš Káně /autorizovaný inženýr/, doc. Ing. Zdeněk Kutnar, CSc. /autorizovaný inženýr, soudní znalec/, Ing. Ctibor Hůlka /energetický auditor/, Ing. Lubomír Odehnal /soudní znalec/, Ing. Jiří Tokar **grafická úprava** Daniel Madzik, Ing. arch. Viktor Cerný **sazba** Daniel Madzik., Ing. Milan Hanuška **fotografie** Ing. arch. Viktor Cerný, Eva Nečasová 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. Toto číslo je určeno pro účastníky programu DEKPARTNER.

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



REKONSTRUKCE FASÁDY

Z BOLETICKÝCH PANEŮ TECHNOLOGIÍ DEKMETAL

„BOLETICKÝ PANEĽ“ JE ZLIDOVĚLÝ NÁZEV SYSTÉMU LEHKÉHO OPLÁŠTĚNÍ SKELETOVÝCH STAVEB, KTERÝ SE V 70. LETECH VYRÁBĚL V BOLETICÍCH NAD LABEM. ODHADUJE SE REALIZACE 2000 AŽ 3000 TĚCHTO OPLÁŠTĚNÍ PO CELÉ ČESKÉ I SLOVENSKÉ REPUBLICE, PŘEDEVŠÍM NA STAVBÁCH OBČANSKÉ VYBAVENOSTI. V SOUČASNÉ DOBĚ SE BLÍŽÍ KONEC JEHO ŽIVOTNOSTI. FASÁDY Z BOLETICKÝCH PANEŮ POTŘEBUJÍ REKONSTRUKCI.

POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Jedná se o předsazený lehký obvodový plášť z panelů s nosnou ocelovou rámovou konstrukcí. Rámy jsou tvořeny tenkostěnnými ocelovými profily. Výplň pláště je průhledná nebo neprůsvitná.

Průhledná výplň panelu je často dělena na dvě části. Horní, větší část tvoří zdvojené kyvné dřevěné křídlo zavěšené přímo na rám panelu. Dolní díl bývá s pevným zasklením ve zdvojeném dřevěném rámu. Průhledná výplň panelu může být i jednodílná.

Skladba neprůsvitné výplně (od interiéru):

- dřevotřísková deska (případně azbestocementová deska),
- desky z minerálních vláken obalené plastovou fólií,
- vzduchová vrstva,
- opakní nebo smaltované sklo (výjimečně lakovaný hliníkový nebo ocelový plech).

Fasáda je členěna pravidelným svislým rastroem. Ten je tvořen krycími lištami z hliníkové slitiny vystupujícími před úroveň fasády. Vodorovné spoje panelů jsou překryty subtilními hliníkovými lištami.

VADY SYSTÉMU

Nejčastější vadou bývají uvolňující se krycí hliníkové lišty. Dochází k odpadávání pohledových prvků a výplňových materiálů. Do objektů pak často zatéká. Velkým problémem je i nedostatečná tloušťka tepelné izolace, systémové tepelné mosty a s tím spojené nedostatky tepelnětechnických vlastností celé obvodové konstrukce.

MOŽNÉ ZPŮSOBY REKONSTRUKCE

K přijetí koncepčního řešení dané stavby je nutné provést stavebnětechnický průzkum se sondami. Je třeba zjistit stav jednotlivých vrstev, především nosných ocelových profilů, a vlhkostní poměry v konstrukci. Nezbytné je statické posouzení navržené rekonstrukce.



02



03

01, 02 | Fasáda z Boletických panelů

03 | Fasáda z Boletických panelů – budova SFŽP Praha



- 04 | Celkový pohled na budovu ÚZSVM
- 05 | Sonda do skladby obvodového pláště
- 06 | Drobná koroze původního rámu
- 07 | Značná koroze rámu

- 08 | Tepelná izolace v ochranné fólii
- 09 | Tepelná izolace bez ochranné fólie
- 10 | Nové nosné konzoly
- 11 | Přidání tepelné izolace



05



06



07

1. OPRAVA A DOPLNĚNÍ STÁVAJÍCÍHO SYSTÉMU

Systém se již 20 let nevyrábí, sehnání náhradních dílů je problematické, ne-li nemožné. Lokální opravy nevyřeší předpokládané budoucí problémy stejného charakteru na jiných místech fasády. Zůstanou tepelnotechnické nedostatky konstrukce.

2. DEMONTÁŽ CELÉHO SYSTÉMU A PŘÍPADOVÉHO NOVÉHO OPLÁŠTĚNÍ

Jedná se o ideální způsob rekonstrukce, avšak finančně nejnákladnější. Při odstranění celého pláště zasáhneme i do interiéru, čímž dojde k přerušení jeho užívání. Při úplné výměně opláštění nevyužijeme funkční části stávajícího pláště.

3. DEMONTÁŽ POHLEDOVÝCH PRVKŮ, OPRAVA A PŘÍPADNĚ VÝMĚNA NEFUNKČNÍCH ČÁSTÍ PLÁŠTĚ, APLIKACE NOVÉHO

SYSTÉMOVÉHO OPLÁŠTĚNÍ S PŘIDÁNÍM TEPELNÉ IZOLACE

Jedná se o nejhospodárnější způsob rekonstrukce. V další fázi článku se budeme věnovat tomuto způsobu rekonstrukce na konkrétní akci.

REKONSTRUKCE OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY ÚZSVM OSTRAVA

Akce proběhla v letech 2008 až 2009. Zadáním investora bylo provést rekonstrukci fasád budovy /foto 04/ a současně nepřerušit provoz v interiéru během realizace, čelní a zadní fasádu provést z lehkých plechových prvků, dvě boční fasády zateplit kontaktní fasádou ETICS. Výplně otvorů byly vyměněny dřívě.

STAVEBNĚTECHNICKÝ PRŮZKUM

Sondy do skladby obvodového pláště /foto 05/ ukázaly nedostatky stávajícího systému, společně se

PODPORA SPOLEČNOSTI DEKMETAL

Variabilita systému DEKMETAL® nabízí několik různých typů pohledových prvků a nosných roštů, které je možné mezi sebou různě kombinovat. Pohledové kazety se vyrábí vždy přesně na míru fasády a není potřeba je jakkoliv upravovat na stavbě.

TYPY POHLEDOVÝCH PRVKŮ:

DEKCASSETTE (kazety obdélníkového tvaru různých velikostí)

DEKLAMELLA (lamely protáhlejšího obdélníkového tvaru)

DEKPROFILE (vlnité a profilované velkoformátové plechy)

DEKPROFILE for Architect (atypicky profilované velkoformátové plechy)

TYPY NOSNÝCH ROŠTŮ:

DKM2A dvousměrný rošt pro horizontální kladení pohledových prvků

DKM1A jednosměrný rošt pro horizontální kladení pohledových prvků

DKM1B jednosměrný rošt pro vertikální kladení pohledových prvků

Společnost DEKMETAL úzce spolupracuje s architekty a projektanty již od samého počátku projektu a je schopna nabídnout komplexní technickou podporu týkající se obvodového pláště. Na základě zkušeností je vypracována celá řada typových i atypických detailů, které jsou při projektování k dispozici. Samotná montážní dokumentace je pak zpracovávána technickým oddělením společnosti DEKMETAL a dle požadavků je konzultována s architektem nebo projektantem stavby. Technici DEKMETALU zajišťují zaměření staveb po celé České i Slovenské Republice.



statickým posudkem však prokázaly možnost ponechat většinu původních konstrukcí pláště.

Nosné tenkostěnné ocelové profily rámové konstrukce byly nalezeny lokálně drobně korodované /foto 06/. Bylo navrženo je přebrousit a natřít antikorozním nátěrem. Značně zkorodované části konstrukce /foto 07/ byly vyměněny.

Původní tepelná izolace z minerální vaty byla nalezena v ochranné fólii /foto 08/ nebo bez této fólie /foto 09/. V obou případech byl stanoven její stav za uspokojivý a tedy byla v konstrukci ponechána.

STANOVENÍ ZPŮSOBU REKONSTRUKCE

Po průzkumu projektant stavby zvolil postup rekonstrukce dle bodu 3. Pro opláštění budovy navrhl použít systém lehkých zavěšených fasád z lakovaných plechových prvků s názvem DEKMETAL.

REKONSTRUKCE FASÁDY

Na nosné ocelové profily rámové konstrukce byly po lokální sanaci připevněny nové nosné konzoly budoucího roštu plechové fasády /foto 10/. Dále byla doplněna vrstva tepelné izolace z minerálních

vláken dle tepelnětechnického výpočtu /foto 11/. Přes tuto tepelnou izolaci byla položena fólie lehkého typu DEKTEN 95 a následně připevněn nosný rošt /foto 12/. Na tento nosný rošt byly připevněny pohledové plechy.

Ze sortimentu fasádního systému DEKMETAL si investor vybral obkladové prvky s názvem DEKPROFILE TR18. Z architektonických důvodů bylo požadováno tyto profily pokládat vodorovně i svisle /foto 13/. Celkový vzhled hotové stavby se tak stal opravdu zajímavým /foto 14 a 15/.



12



13



14



15

- 12 | Nový nosný rošt přes fólii Dektan
- 13 | Plechy kladeny svisle a vodorovně
- 14 | Pohled na hotovou fasádu – přední část
- 15 | Pohled na hotovou fasádu – zadní část

REFERENČNÍ AKCE

Revitalizace Boletických panelů systémem Dekmetal již proběhla na řadě objektů. Na fotografiích /16 – 19/ jsou příklady čtyř revitalizovaných objektů.

<Jiří Vilášek>

16



17

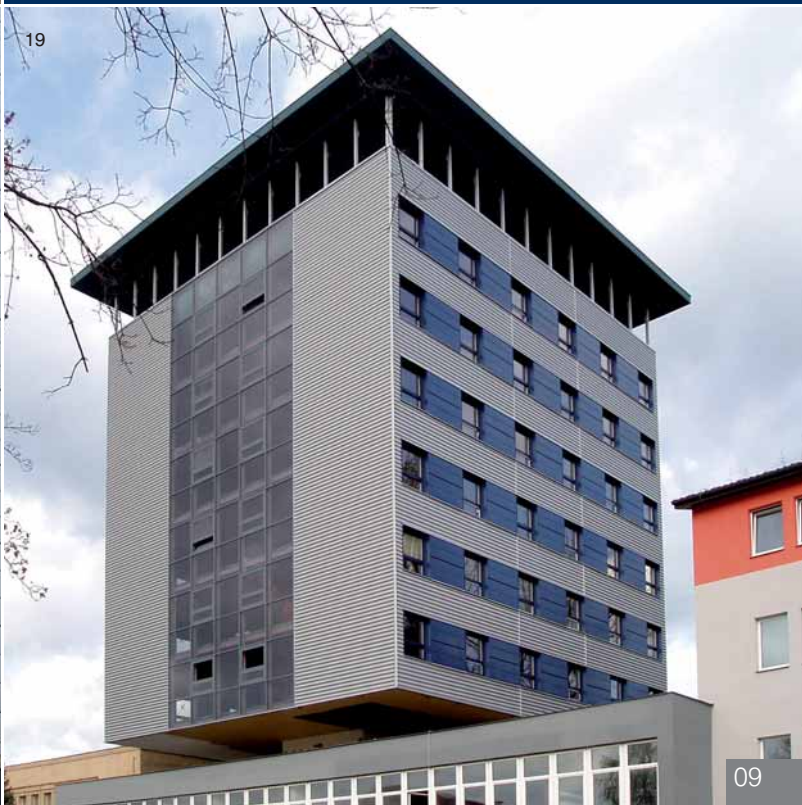


- 16| SFŽP PRAHA
- 17| DEZA Valašské Meziříčí
- 18| Teplárna České Budějovice
- 19| ASTA Žilina

18



19

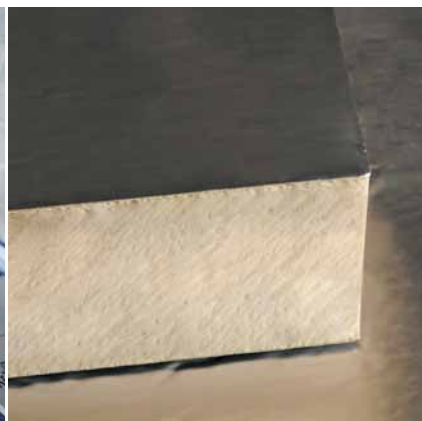


TEPELNÁ IZOLACE PODLAH Z TUHÉ PĚNY **DEKPIR FLOOR 022**

SOUČINITEĽ TEPELNÉ VODIVOSTI $\lambda_D = 0,022 \text{ W/(m.K)}$

rovná hrana
pokládka v jedné nebo více vrstvách
vhodné tam, kde je potřeba snížit stavební výšku

 **DEKPIR**® FLOOR 022



Produkt ze seznamu
výrobků a technologií

**Zelená
úsporám**

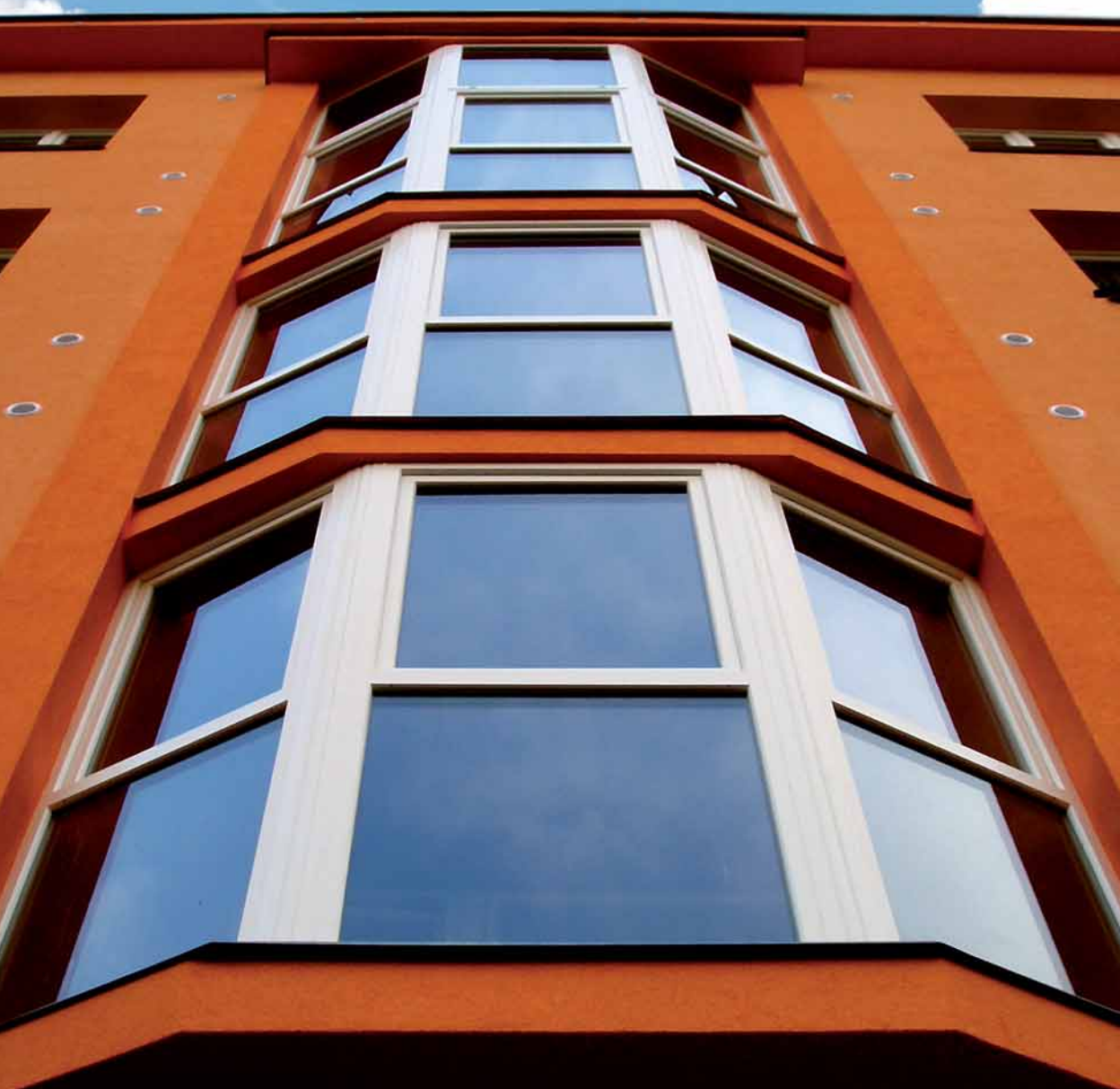
www.zelenasporam.cz

okna WINDEK

Plastová okna a balkonové dveře vyrobené z šestikomorových a pětikomorových profilů VEKA nebo z pětikomorových profilů SALAMANDER a izolačních dvojskel nebo trojskel s plastovými distančními rámečky.

Profilové řady **WINDEK PVC** již ve standardním provedení splňují podmínku na součinitel prostupu tepla celého okna $U_w \leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ požadovanou v dotačním programu **ZELENÁ ÚSPORÁM**.

 **WINDEK**®



www.windek.cz

TECHNICKÉ PARAMETRY A POUŽITÍ TEXTILIE FILTEK

GEOTEXILIE VE STAVEBNICTVÍ

Při realizaci mnoha, zvláště vrstvených, stavebních konstrukcí je třeba zajistit některé z následujících funkcí:

- oddělení (seperace) vrstev, filtrace,
- ochrana vrstev,
- vyztužení zemního tělesa.

Uvedené funkce mohou být zajištěny použitím geotextilie v konstrukci. Často jedna vrstva geotextilie zajistí více funkcí v konstrukci.

Geotextilie jsou plošné, propustné, polymerní (syntetické nebo přírodní) textilní materiály, které mohou být netkané, pletené nebo tkané. Vyrobené mohou být z organických, polypropylenových, polyesterových a skleněných vláken nebo z jejich kombinací. Stále častěji se při výrobě textilií uplatňují recyklované materiály. Nejvíce se používají geotextilie

vyrobené z polypropylenových vláken, která odolávají bakteriím, plísním a běžným chemikáliím vyskytujícím se v zemině. Oproti polyesterovým vláknům jsou lehčí, pevnější a mají nižší nasákavost. Na rozdíl od polyesterových vláken, polypropylenová lépe odolávají alkalitě stavebních materiálů.

Společnost DEKTRADE a.s. dodává netkané geotextilie FILTEK vyrobené z polypropylenových vláken, která jsou vzájemně spojena tzv. vpichováním. FILTEK se vyrábí v plošných hmotnostech 150, 170, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 1000 a 1200 g/m². Povrch geotextilií FILTEK je zpevněn speciální tepelnou úpravou. Díky tomu při vrtání otvorů pro kotvy při montáži střešního souvrství nedochází k namotávání geotextilie na vrták /foto 01 – 03/.

Požadavky na geotextilie jsou stanoveny ve výrobových normách pro geosyntetika (vznikají v CEN TC 189, viz text v samostatném

rámečku). Geotextilie FILTEK vyhovují požadavkům níže uvedených norem. V názvech norem jsou uvedeny stavby a konstrukce, pro které lze FILTEK dle těchto norem použít.

EN 13249

Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití při stavbě pozemních komunikací a jiných dopravních ploch (kromě železnic a vyztužování asfaltových povrchů vozovek)

EN 13250

Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití při stavbě železnic

EN 13251

Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití v zemních stavbách, základech a opěrných konstrukcích

EN 13252

Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované



01



02



03



04



05



06



07

- 01, 02 | Geotextilie bez tepelné úpravy povrchu, dochází k namotávání geotextilie na vrták
- 03 | Geotextilie se „zažehleným“ povrchem, u které nedochází k namotávání geotextilie na vrták
- 04, 05 | Důsledky kontaktu PVC-P fólie s polystyrenem ve skladbě ploché střechy, kde chybí separační vrstva
- 06, 07 | Důsledky kontaktu PVC-P fólie s původní asfaltovou hydroizolací ve skladbě ploché střechy, kde chybí separační vrstva



08



09

08| Obalení drenážní štrkové vrstvy geotextilií FILTEK

09| Filtrační vrstva ve skladbě vegetační střechy

Obr. 01| Příklad použití geotextilie FILTEK při realizaci ploché střechy s hydroizolací z fólie z PVC-P a s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu

Obr. 02| Příklad použití geotextilie FILTEK při rekonstrukci ploché střechy s asfaltovou hydroizolací

Obr. 03| Příklad použití geotextilie FILTEK při montáži obvodové drenáže stavby

Obr. 04| Příklad použití geotextilie FILTEK ve skladbě vegetační střechy

pro použití v odvodňovacích systémech

EN 13253

Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití při stavbách na ochranu

proti erozi (ochranu pobřeží, vyztužování břehů)

EN 13254

Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití při stavbě nádrží a hrází

EN 13255

Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití při stavbě kanálů

EN 13257

Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití při likvidaci tuhých odpadů

EN 13265

Geotextilie a výrobky podobné geotextiliím – Vlastnosti požadované pro použití v projektech zadržování kapalných odpadů

Použitelnost jednotlivých gramáží geotextilií FILTEK pro funkce dle výše uvedených norem:

F – filtrace

S – oddělení (separace)

D – drenáž

R – vyztužování

150 – F, R, S

170 – F, R, S

200 – F, R, S

250 – F, R, S

300 – F, R, S

350 – F, R, S

400 – F, R, S, D

500 – F, R, S, D

600 – F, R, S, D

700 – F, R, S, D

800 – F, R, S, D

1000 – F, R, S

1200 – F, R, S

Kromě použití uvedeného v názvech vybraných výrobních norem pro geosyntetika se geotextilie FILTEK významně uplatňují ve skladbách střech a střešních zahrad, v izolacích podzemních částí budov a při výstavbě drenáží budov.

PŘÍKLADY POUŽITÍ GEOTEXTILIÍ FILTEK

Ve skladbách plochých střech geotextilie FILTEK o plošné hmotnosti nejméně 300 g/m² zamezuje styku nesnášenlivých materiálů /obr. 01, 02/, /foto 04 – 07/.

Při výstavbě drenáže geotextilie FILTEK chrání štrkové drenážní těleso před znečištěním okolní zemínou a zároveň do něj propouští vodu z okolní zeminy /obr. 03/, /foto 08/. Jako separační a filtrační vrstva se při výstavbě drenáže

používá geotextilie FILTEK o plošné hmotnosti nejméně 300 g/m². Podrobnosti použití geotextilie FILTEK jako ochrany povlakových hydroizolací spodní stavby a v konstrukci drenáže budov jsou uvedeny v publikaci KUTNAR – Izolace spodní stavby, skladby a detaily.

Ve vegetační střeše geotextilie FILTEK zamezuje promíchání rozdílných vrstev s odlišnými funkcemi, chrání hydroizolační vrstvu před mechanickým poškozením při realizaci dalších vrstev nebo při údržbě vegetačního souvrství, zabraňuje vyplavování částí substrátu do nižších vrstev a do odvodňovacího systému /obr. 04/, /foto 09/.

Pro filtrační vrstvu pod substrátem tl. 80 – 100 mm se suchomilnými rostlinami lze použít FILTEK 200, pro větší tloušťky substrátu a ostatní rostliny včetně trávniku se používá geotextilie FILTEK s plošnou hmotností alespoň 300 g/m².

Pro ochranu hydroizolační vrstvy se používá geotextilie FILTEK s plošnou hmotností alespoň 300 g/m². Při volbě gramáže ochranné vrstvy je vždy třeba zvážit namáhání hydroizolace zvoleným postupem výstavby a technologií pokládky vegetačního souvrství.

Podrobnosti použití geotextilie FILTEK ve skladbách vegetačních střešů jsou uvedeny v publikaci KUTNAR – Vegetační střešy a střešní zahrady, skladby a detaily.

ZÁSADY SPRÁVNÉ POKLÁDKY A POUŽITÍ GEOTEXTILIÍ FILTEK

Geotextilii je nutno chránit před UV zářením a zakrýt v den pokládky.

Geotextilii je nutno chránit před kontaktem s nadměrnou teplotou a agresivními chemickými látkami.

Geotextilie nesmí být pojižděna stavební technikou nebo dopravními prostředky.

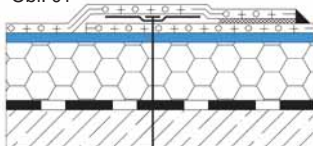
Geotextilie se nesmí pokládat do kontaminovaných zemin.

Napojení jednotlivých pásů geotextilie by měly tvořit přesahy

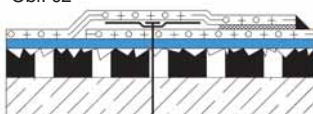
min. 100 – 150 mm, v železničním stavitelství 250 mm v extrémních podmínkách až 500 mm. Dalšími méně obvyklými způsoby spojování, jsou tepelný svár nebo klasický šev provedený na speciálním šicím stroji.

< Jiří Tokar >

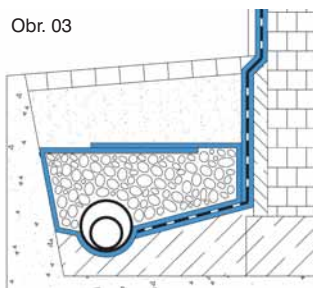
Obr. 01



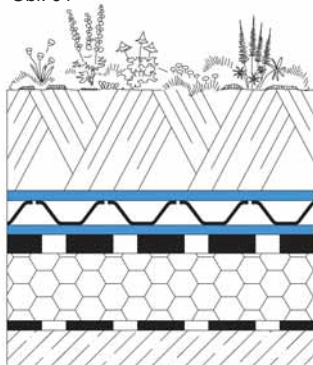
Obr. 02



Obr. 03



Obr. 04



Výrobové normy pro geosyntetika vznikají v CEN TC 189. V ČR se problematikou geosyntetik zabývá technická normalizační komise č. 31 – Textil. Centrum technické normalizace DEK a.s. prostřednictvím Ing. Jiřího Tokara, člena normalizační komise TNK 31, sleduje veškeré dění v normalizační geosyntetik jak na evropské, tak i na národní úrovni.

ČSN EN ISO 10318:2005 Geosyntetika – Termíny a definice

Geosyntetika (GSY) je všeobecný termín popisující výrobek, u kterého je minimálně jedna součást vyrobena ze syntetického nebo přírodního polymeru, v podobě fólie, pásky nebo trojrozměrné struktury, používaný v kontaktu se zeminou a/nebo jinými materiály při využití v geotechnice a stavebním inženýrství.

Dělení geosyntetik:

A) Geotextilie (GTX) je plošný, propustný, polymerní (syntetický nebo přírodní) textilní materiál, který může být netkaný (GTX-N), pletený (GTX-P) nebo tkaný (GTX-W). Vyrobena je z vláken, přize, nití nebo jiných prvků.

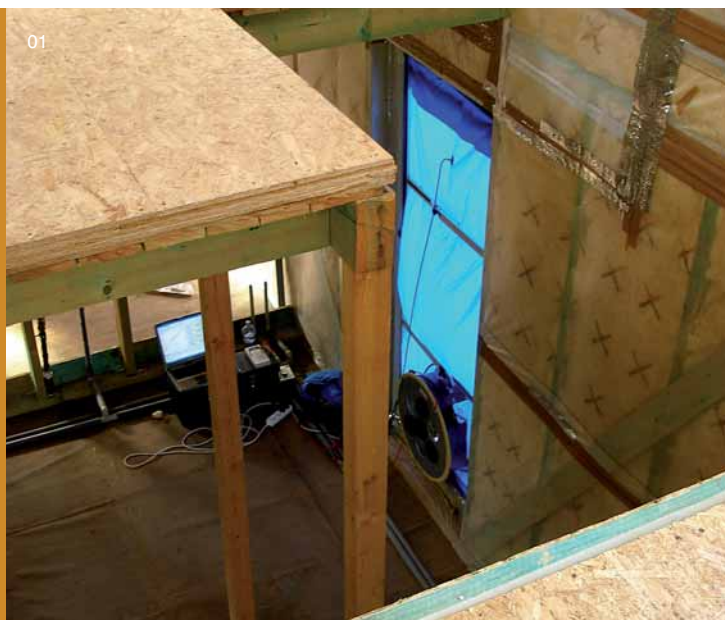
B) Výrobek podobný geotextiliím (GTP) je plošný, propustný, polymerní (syntetický nebo přírodní) materiál, který neodpovídá definici geotextilie. Mezi výrobky podobné geotextiliím patří: geomřížka (GGR), geosít (GNT), geobuňka (GCE), georož (GMA), geoprůžek (GST) a georozpěrka (GSP).

C) Geosyntetické izolace (GBR) jsou vyrobeny z geosyntetického materiálu s nízkou propustností, jehož účelem je snížení nebo zadržování toku kapaliny stavbou. Mezi geosyntetické izolace patří: polymerní geosyntetické izolace (GBR-P), jílové geosyntetické izolace (GBR-C) a živinové geosyntetické izolace (GBR-B).

D) Geokompozit (GCO) je sdružený materiál, obsahující mezi svými složkami nejméně jeden geosyntetický výrobek.

VZDUCHOTĚSNOST DŘEVOSTAVEB V SOUVISLOSTECH

DIAGNOSTICKÉ PRACOVISŤĚ ATELIERU DEK V POSLEDNÍCH ČTYŘECH LETECH PROVEDLO MĚŘENÍ TĚSNOSTI METODOU BLOWER-DOOR TEST NA VÍCE NEŽ 150 OBJEKTECH. DVĚ TŘETINY MĚŘENÝCH OBJEKTŮ BYLY RODINNÉ DOMY A Z NICH VÍCE NEŽ 60 BYLO POSTAVENO ZE DŘEVA. BYLY MĚŘENY STAVBY MONTOVANÉ Z CELOSTĚNOVÝCH PANELŮ I SYSTÉMEM TZV. LETMÉ MONTÁŽE, JEDNO I DVOUPODLAŽNÍ, STAVBY S PROVĚTRÁVANOU FASÁDOU I OPATŘENÉ KONTAKTNÍM ZATEPLOVACÍM SYSTÉMEM. MEZI MĚŘENÝMI DŘEVOSTAVBAMI RODINNÝCH DOMŮ BYLY DOMY POSTAVENÉ V KONSTRUKČNÍM SYSTÉMU DEKHOMED I DOMY V JINÝCH KONSTRUKČNÍCH SYSTÉMECH. SLEDOVALI JSME SOUVISLOSTI MEZI NAMĚŘENOU HODNOTOU INTENZITY VÝMĚNY VZDUCHU (n_{50}) A KONSTRUKČNÍMI ASPEKTY. CÍLEM BYLO ZHODNOTIT POTENCIÁL JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKČNÍCH PRINCIPŮ PRO DOSAŽENÍ POŽADOVANÉ VZDUCHOTĚSNOSTI. DÁLE BYLO NAŠÍM ZÁMĚREM URČIT U JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKČNÍCH PRINCIPŮ CHARAKTERISTICKÉ NETĚSNOSTI, KTERÉ SE U NICH ČASTO OPAKUJÍ. ČLÁNEK SE VĚNUJE ANALÝZE VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ.



01 | Měřicí aparatura pro Blower-Door test

VZDUCHOTĚSNOST STAVEB

Při projektování domů se prakticky vždy předpokládá 100% provedení a na základě toho se také počítají předpokládané tepelné ztráty. Případná netěsnost v obalovém plášti může mít rozhodující vliv nejen na tepelné ztráty, ale i na životnost jednotlivých konstrukčních celků.

Problémy se vzduchotěsností se vyskytují především u lehkých montovaných konstrukcí, které obsahují velké množství spár – potenciálních netěsností.

U dřevostaveb se týkají celé obálky budovy, u ostatních staveb se týkají šikmých střech a přípojovacích spár vyplní otvorů.

Vrstva zajišťující vzduchotěsnost může mít v obalové konstrukci libovolnou polohu vůči interiéru a exteriéru. Rozhodující je její spojitost. Ideální je, když se na zajištění vzduchotěsnosti podílí více vrstev. V masivních konstrukcích vzduchotěsnost nejlépe zajišťují monolitické vrstvy, např. betonové desky nebo omítky. U obalových konstrukcí dřevostaveb a u lehkých střešních konstrukcí se při zajištění vzduchotěsnosti musí uplatnit parotěsnicí vrstva a pojistná hydroizolační vrstva. Ty se vytvářejí z fólií lehkého typu ve spojích slepovaných. Parotěsnicí vrstvu lze vytvořit také z asfaltových pásů nebo z konstrukčních desek na bázi dřeva s přelepenými spoji. Jednou z vrstev, které významně přispívají ke vzduchotěsnosti obvodové stěny je správně provedený VKZS.

MĚŘENÍ VZDUCHOTĚSNOSTI ZAŘÍZENÍM BLOWER-DOOR TEST

Vzduchotěsnost, hodnocena jako průvzdušnost obálky budovy, se měří podle ČSN EN 13829 [3] zařízením Blower-Door test /foto 01/. Ventilátorem se vytváří tlakový rozdíl mezi interiérem a exteriérem budovy (podtlak nebo přetlak) a stanovuje se objemový tok vzduchu (m^3/h), který je zapotřebí pro udržení požadovaného tlakového rozdílu. Podrobněji je měření popsáno např. v [4] a [5]. Jako výsledek měření se udává intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa mezi interiérem a exteriérem. Hodnota

uvádí, kolikrát za hodinu se celý objem vzduchu měřeného prostoru vymění při tlakovém rozdílu 50 Pa.

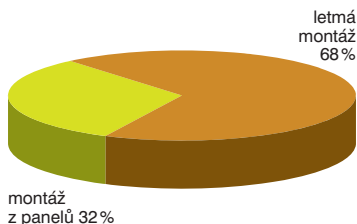
METODA A – měření budovy nebo prostoru v provozním stavu: Před měřením se neprovádí žádná opatření, která by zlepšovala těsnost oproti běžně užívanému stavu. Získanou hodnotu intenzity výměny vzduchu lze použít pro účely stanovení skutečných ztrát objektu (včetně technologií).

METODA B – měření obálky budovy nebo prostoru: Před měřením se uzavrou a utěsní všechny otvory, které nemají ovlivnit výsledky měření, obvykle se jedná o ventilátory, digestoře, komíny, odtoky do kanalizace, prostupy do revizních šachet apod. Výsledná hodnota se používá pro hodnocení průvzdušnosti obálky domu. Doporučené hodnoty v ČR (dle ČSN 73 0540-2 [1]) a v sousedních zemích jsou uvedeny v tabulce /01/.

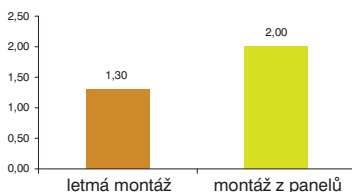
ANALÝZA VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ VZDUCHOTĚSNOSTI ŠEDESÁTI DŘEVOSTAVEB

Soubor měřených staveb byl hodnocen podle tří hledisek:

- 1 – Technologie výstavby: letmá montáž versus montáž z panelů
- 2 – Materiál parotěsnicí vrstvy: folie lehkého typu versus OSB desky
- 3 – Poloha tepelné izolace střechy: mezi krokvemi versus nad krokvemi



Graf 01 | Podíl zastoupení porovnávaných staveb



Graf 02 | Průměrná hodnota n_{50} [1/h]

1 – TECHNOLOGIE VÝSTAVBY

Byly vybrány všechny stavby v sloupkovém konstrukčním systému a rozděleny na ty, které se realizovaly tzv. letmou montáží na stavbě z jednotlivých prvků (sloupky, desky ...) a ty, které se montovaly z panelů.

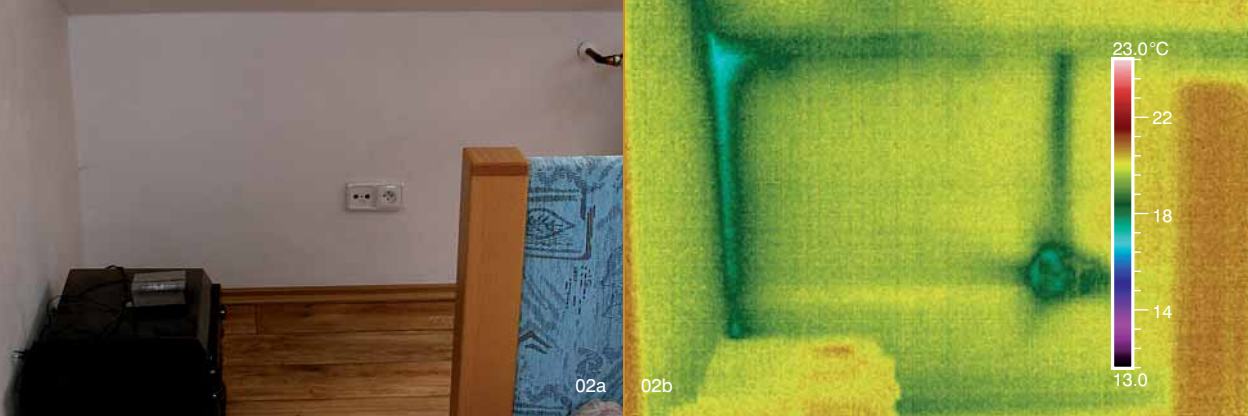
U letmé montáže bylo v průměru dosaženo o třetinu lepší hodnoty vzduchotěsnosti budovy než u montáže z panelů /graf 02/. Měřením se prokázalo, že i u staveb realizovaných v náročných podmínkách stavby je možné kvalitně provést vzduchotěsnicí vrstvy v ploše i v detailech. Naopak technologie letmé montáže lépe eliminuje netěsné spáry. Letmou montáží se staví i rodinné domy v konstrukčním systému DEKHOME D.

Většina měřených panelových staveb měla parotěsnicí vrstvu z fólie umístěnou těsně pod vnitřní obkladovou deskou bez vzduchové vrstvy. Opakující se místa netěsnosti se nacházela právě na obvodových stěnách, zejména v místě styků obvodové stěny s příčkami nebo stropní konstrukcí a dále v místě zásuvek nebo vypínačů /foto 02/.

Přestože výsledná čísla mluví spíše pro systém letmé montáže, je nutné zmínit, že u tohoto systému byl rozptýl výsledných hodnot n_{50} téměř dvojnásobný oproti panelovému systému. Z toho lze usuzovat, že domy realizované přímo v místě stavby systémem tzv. letmé montáže vykazují vyšší míru individuálnosti kvality provedení a je nutné dbát na zvýšenou kontrolu v průběhu jejich realizace. V případě rodinných domů DEKHOME D je spolu s materiálem dodáván podrobný montážní návod s detailním popisem klíčových etap výstavby jako pomůcka pro kontrolní činnost investora a technického dozoru.

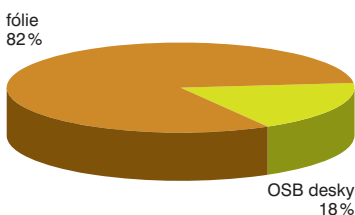
2 – MATERIÁL PAROTĚSNICÍ VRSTVY STĚN

Druhým hlediskem pro porovnání byl materiál parotěsnicí vrstvy na vnitřní straně obvodových stěn. Tato vrstva byla vytvořena buďto fólií lehkého typu nebo konstrukčními deskami (zejména deskami OSB).

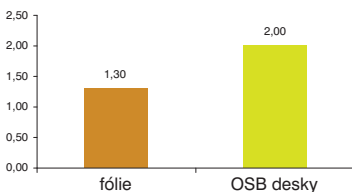


Tabulka 01 | Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} v h^{-1}

Země / Předpis Větrání v budově	Česko ČSN 73 0540-2	Německo, Rakousko	Slovensko, Polsko
Přírozené	4,5	3,0	–
Nucené	1,5	1,5	–
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	–	–
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní domy)	0,6	0,6	–



Graf 03 | Podíl zastoupení porovnávaných staveb



Graf 04 | Průměrná hodnota n_{50} [1/h]

Ze šedesáti měřených dřevostaveb měla zhruba jedna desítka staveb parotěsnicí vrstvu vytvořenou OSB deskami. U těchto staveb bylo v průměru dosaženo nižší hodnoty n_{50} než u staveb s parotěsnicí vrstvou z fólie lehkého typu /graf 04/. Tento rozdíl je však poměrně malý.

Zajímavým poznatkem je, že u žádné z deseti staveb s parotěsnicí vrstvou z OSB desek nebyly nalezeny netěsnosti způsobené poškozením nebo nesprávným provedením této vrstvy. Pokud se u zmíněných staveb nacházely významnější netěsnosti, souvisely s provedením detailů v místě napojení stěny na základovou konstrukci, strop či střechu a dále v místech připojovacích spár oken a dveří.

U vybraných staveb jsme se pokoušeli postihnout podíl parotěsnicí vrstvy stěny na celkové vzduchotěsnosti konstrukce. U stavby RD v Jičíně jsme prováděli měření Blower-Door test ve fázi rozestavěné stavby, kdy bylo dokončeno vnější opláštění z desek OSB/3 tl. 15 mm s rovnou hranou a dále byla dokončena montáž desek tepelné izolace vnějšího kontaktního zateplovacího systému z EPS 70 F. Desky tepelné izolace byly na stěnu celoplošně lepeny a kotveny, základní vrstva VKZS zatím nebyla provedena. Ze strany

interiéru byla obnažená sloupková konstrukce, nebyla tedy provedena parotěsnicí vrstva. Výsledek měření při podtlaku a přetlaku ukázal hodnotu $n_{50} = 1,0$ [1/h] což je hodnota, která by po dokončení stavby splňovala doporučení pro nízkoenergetické domy. Zmíněná skladba měla být přitom následně opatřena dvěma relativně vzduchotěsnými vrstvami – základní vrstvou s omítkou na VKZS a parotěsnicí vrstvou.

U dalšího objektu, tentokrát šlo o typový projekt DEKHOME D 34 v pasivním provedení, jsme při prvním měření ve stavu rozestavěné stavby naměřili hodnotu $n_{50} = 0,18$ [1/h]. Stavba se nacházela ve stavu dokončeného vnějšího opláštění ze sádrovláknitých desek, celoplošně nalepených a nakotvených desek tepelné izolace vnějšího kontaktního systému bez základní vrstvy a dokončené parotěsnicí vrstvy z fólie lehkého typu. Na střeše byla dokončena parotěsnicí vrstva z asfaltového pásu na bednění

z desek OSB/3. Zhruba čtvrtina obvodových stěn v přízemí již měla dutinu mezi nosnými sloupky vyplněnou foukanou tepelnou izolací na bázi celulózy. Velmi nízká naměřená hodnota n_{50} nás přiměla k následujícímu pokusu. Do parotěsnicí vrstvy stěny v přízemí jsme vyřízli otvor o velikosti zhruba 200 × 200 mm /foto 04/ a měření zopakovali. Naměřená hodnota n_{50} se po vyříznutí otvoru vůbec nezměnila. Otvor byl vyříznut do pole, které již bylo vyplněno foukanou izolací a ani při vytvořeném podtlaku přesahujícím 70 Pa nedocházelo k proudění vzduchu z otvoru.

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že na zajištění vzduchotěsnosti konstrukce obvodové stěny se vedle parotěsnicí vrstvy významně podílí i ostatní součásti skladby jakými jsou venkovní i vnitřní opláštění nebo vnější kontaktní zateplovací systém. Také kompaktní výplň ze zafoukaných celulózových vláken nejspíš přispívá ke vzduchotěsnosti. Tento závěr však nelze chápat tak, že parotěsnicí vrstva nemusí být spojitá, naopak. Dominantní funkcí parotěsnicí vrstvy je zamezit pronikání vodních par do konstrukce, a tudíž musí být tato vrstva ve všech místech dokonale spojitá. Při návrhu a realizaci parotěsnicí vrstvy z fólie lehkého typu nebo z desek OSB bychom vždy měli respektovat následující zásady:

1 – MINIMALIZACE SPOJŮ

Je známo, že spoje jsou nejslabším místem parotěsnicích vrstev, proto bychom měli využívat těsnicí systémy, u kterých je spojů co možná nejméně. U folií lehkého typu lze s výhodou využít rolí o šířce odpovídající konstrukční výšce místnosti. Jediné spoje parotěsnicí vrstvy jsou potom provedeny v místě napojení na patu stavby a u stropní konstrukce.

2 – KONSTRUKČNÍ ZAJIŠTĚNÍ SPOJŮ

Přestože je v dnešní době dostupná široká škála kvalitních lepicích pásek a tmelů, nelze předpokládat dokonalou těsnicí funkci těchto



02c



03a



03b



04

02a – c | Netěsnosti v oblasti zásuvek a vypínačů odhalené anemometrem a termovizní kamerou

03a, b | Parotěsnicí vrstva z desek OSB (vlevo) a z fólie lehkého typu (vpravo)

04 | Otvor v parotěsnicí vrstvě o rozměrech 200 × 200 mm

prostředků v průběhu desetiletí. Proto by lepený spoj parotěsnicí vrstvy měl být vždy sevřen mezi tuhými konstrukcemi, které budou zajišťovat jeho mechanickou odolnost. U fólií můžeme využít přítlačné lišty.

3 – KONTROLA PAROTĚSNIČÍ VRSTVY PŘED ZAKRYTÍM

Před zakrytím parotěsnicí vrstvy obkladovými deskami bychom vždy měli provést kontrolu spojitosti jednou z níže uvedených metod:

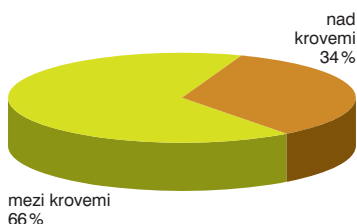
- vizuální kontrola – hledáme místa poškození parotěsnicí vrstvy
- kontrola přetlakem vzduchu při aplikaci foukané izolace – případné netěsnosti se projeví vylétáváním materiálu z otvoru /foto 06/, podrobněji v [8]
- kontrola vytvořením podtlaku v objektu – zařízením Blower-Door test vytvoříme v objektu podtlak a hledáme místa kde do interiéru proudí vnější vzduch, využíváme prostý dotyk dlaně, anemometr nebo termovizní kameru

Skladby obalových konstrukcí v systému DEKHOME D byly navrženy s ohledem na výše uvedené zásady.

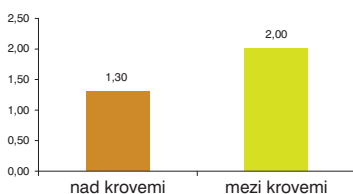
3 – POLOHA TEPELNÉ IZOLACE STŘECHY VZHLEDEM KE KROKVÍM

Střešní plášť svou plochou představuje až jednu třetinu ochlazované plochy obálky rodinných domů. Porovnali jsme dva způsoby řešení střešního pláště. V prvním případě je většina tepelné izolace umístěna mezi krokvemi (popřípadě mezi spodními pásy příhradových vazníků) a zbývající tepelná izolace je vložena pod krokve mezi profily nosné konstrukce vnitřního podhledu. Parotěsnicí vrstva je v tomto případě montována ze spodní strany nosné konstrukce střechy. V druhém případě je veškerá tepelná izolace umístěna nad krokvemi. Parotěsnicí vrstva je montována shora na souvislém bednění. Druhý případ řešení konstrukce střechy je uplatněn i v systému zateplení šikmých střech TOPDEK s tepelnou izolací DEKPIR TOP 022.

Z grafu /06/ je patrné, že u staveb s tepelnou izolací umístěnou nad krokvemi byla v průměru naměřena téměř poloviční intenzita výměny vzduchu než u staveb s tepelnou



Graf 05| Podíl zastoupení porovnávaných staveb



Graf 06| Průměrná hodnota n_{50} [1/h]

izolací střechy mezi krokvemi. Tento významný rozdíl nás přiměl k podrobnějšímu studiu výsledků.

U šikmých střech je v naprosté většině případů parotěsnicí vrstva rozhodující pro vzduchotěsnost celé skladby. Chybí zde totiž monolitické nebo souvisle lepené vrstvy jakými jsou například části VKZS. Z tohoto důvodu je velmi důležité zajistit dobrou proveditelnost a kontrolovatelnost parotěsnicí vrstvy střechy.

Řešení skladby šikmé střechy s izolací mezi krokvemi a parotěsnicí vrstvou z fólie lehkého typu se z hlediska proveditelnosti a kontrolovatelnosti jeví jako nevhodné. Montáž parotěsnicí vrstvy na spodní stranu nosné konstrukce je náročná (práce nad hlavou). Navíc dochází při montáži nosného roštu pro obkladové desky k perforaci parotěsnicí vrstvy kotevními prvky. Po montáži obkladových desek, při které může dojít k poškození parotěsnicí vrstvy, již není možné vizuálně zkontrolovat její stav a spojitost. Pokud je parotěsnicí vrstva chráněna vzduchovou dutinou,

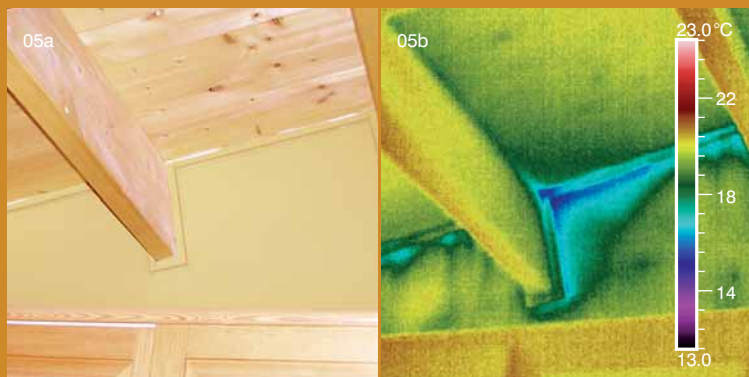
sníží se tím riziko jejího poškození např. při zavěšování svítidel. Zároveň se tím ale velmi snižuje možnost případné netěsnosti odhalit. Při hledání netěsností termovizní kamerou při vytvořeném podtlaku se studený venkovní vzduch šíří dutinou a ochlazení vnitřního povrchu se může projevit na místě vzdáleném skutečné netěsnosti. Problematice montáže parotěsnicí vrstvy prováděné zdola jsme se podrobně věnovali v článku Ing. Petra Zemly vydaném v časopise DEKTIME SPECIÁL 01|2008.

Z dvacítky diagnostikovaných staveb s tepelnou izolací střechy nad krokvemi došlo u čtyř z nich k výraznému překročení průměrné hodnoty n_{50} . Společným jmenovatelem těchto staveb byly nosné prvky prostupující skrz parotěsnicí vrstvu do exteriéru (krokve, vaznice, bednění). Nejlépe je to patrné na fotografii /07/, kde byl palubkový záklop vytažen přes štítovou stěnu do exteriéru. Přes snahu o utěsnění spár mezi palubkami z venkovní strany docházelo k proudění venkovního vzduchu tímto místem do interiéru.

U jednoho objektu dokonce nebyla souvislá parotěsnicí vrstva vůbec provedena. Tepelná izolace zde byla vytvořena kompletizovanými deskami na bázi PUR s nakaširovanou parotěsnicí vrstvou ze spodní strany a pojistnou hydroizolací z horní strany. Vzduchotěsnost a parotěsnost měly podle tvrzení výrobce desek zajišťovat zámky na hranách jednotlivých desek ve tvaru pera a drážky. Při vytvoření podtlaku v interiéru se však tento předpoklad nepotvrdil. Na fotografii /08/ jsou patrné netěsnosti přesně kopírující spáry jednotlivých desek.

Jako optimální způsob řešení šikmé střechy s nadkrokvěnou izolací se podle výsledků měření jeví vytvoření tuhého bednění na horní straně krokví a provedení parotěsnicí vrstvy z asfaltového pásu na bednění. Správně provedený asfaltový pás se svařenými nebo slepenými (pokud k tomu má pás speciální úpravu) spoji lze považovat za zcela vzduchotěsnou konstrukci.

- 05a, b) Netěsnosti v místě prostupu krokve do exteriéru
- 06a, b) Kontrola spojitosti parotěsnicí vrstvy při aplikaci foukané izolace, netěsnost se projeví vylétáváním materiálu z otvoru (vpravo), RD v systému DEKHOME D – Jičín



Technologicky je zmíněný postup nenáročný a umožňuje vizuální kontrolu parotěsnicí vrstvy po jejím dokončení. Vzduchotěsnost skladby v ploše však nestačí a je nutné vyřešit detaily vzájemného propojení parotěsnicí vrstvy střechy a navazujících stěn. U domů s nejlepšími naměřenými hodnotami n_{50} byly tyto detaily vyřešeny ukončením všech nosných prvků střechy v úrovni obvodové stěny a přetažením asfaltového pásu ze střechy na

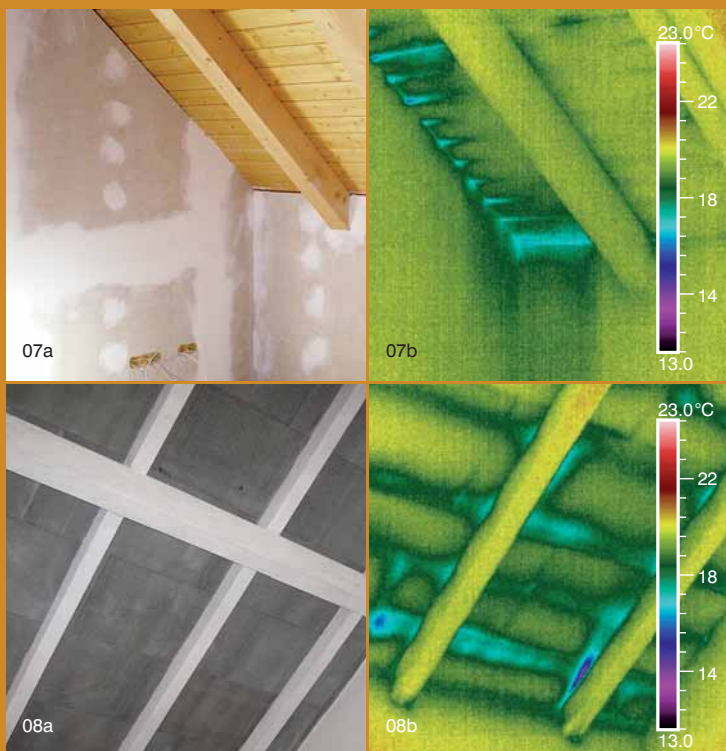
stěnu, kde došlo k propojení s parotěsnicí vrstvou stěny, patrně z fotografií /09/ a obrázku /10/.

Systém zateplení šikmých střech TOPDEK s tepelnou izolací DEKPIR TOP 022 respektuje všechny výše uvedené zásady. V montážním návodu TOPDEK, vydaném v únoru 2010 Ateliérem DEK, jsou mimo jiné podrobně vyobrazeny detaily návaznosti parotěsnicí vrstvy z asfaltového pásu na navazující konstrukce.

SHRNUTÍ A ZÁVĚR

Z hlediska technologie montáže se jako vhodnější postup jeví tzv. letmá montáž z jednotlivých prvků (sloupky, desky, ...). Tento postup umožňuje lepší průběžnou kontrolu provedení parotěsnicí a vzduchotěsnicích vrstev. Naopak konstrukční systémy z panelů s parotěsnicí vrstvou umístěnou těsně pod vnitřními obkladovými deskami nelze doporučit z důvodu vysokého rizika perforace parotěsnicí vrstvy při montáži elektorinstalace.





07a, b| Netěsnosti v místě prostupu palubkového záklopu do exteriéru – jsou patrné spáry mezi jednotlivými palubkami

08a, b| Spáry desek tepelné izolace měly být dle tvrzení výrobce vzduchotěsné, měření ukázalo opak (termovizní snímek byl pořízen při podtlaku cca 15 Pa)

Samotná parotěsnicí vrstva stěny může být kvalitně provedena buď z folie lehkého typu nebo z konstrukčních desek (např. OSB). U folií je vyšší riziko poškození v průběhu výstavby. Bez ohledu na použitý materiál je vždy nutné skladbu stěny navrhnut tak, aby byla umožněna kontrola spojitosti parotěsnicí vrstvy před zakrytím. Kontrolu lze provést vizuálně nebo použitím diagnostických metod. S výhodou lze pro kontrolu spojitosti parotěsnicí vrstvy z folie využít přetlak vzduchu při aplikaci foukané tepelné izolace.

Parotěsnicí vrstva šikmých střech má zásadní vliv na vzduchotěsnost skladby, proto musí být spojitá na ploše i v detailech, snadno proveditelná a kontrolovatelná. Všechny výše uvedené požadavky splňuje pouze systém, v němž je parotěsnicí vrstva střechy provedena z asfaltového pásu na tuhém bednění a je spojitě napojena na navazující konstrukce (nosné prvky střechy jsou přerušeny v úrovni obvodových

stěn). Tepelná izolace je potom umístěna nad krokviemi.

Výsledky měření ukázaly, že konstrukční systém dřevostaveb DEKHOME D a systém zateplení šikmých střech nad krokviemi TOPDEK (oba systémy byly vyvinuty v Ateliéru DEK) jsou z hlediska vzduchotěsnosti spolehlivé a fungující. Součástí systémů jsou vždy podrobné montážní podklady a řešené detaily, které usnadňují práci a snižují riziko nesprávného provedení konstrukce.

Výzkum, jehož závěry jsou zde prezentovány, stále pokračuje. Na základě dalších měřených objektů budeme doplňovat a aktualizovat informace a závěry průběžně publikovat.

<Jiří Skřípský>
<Viktor Zwiener>

Literatura

[1] ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*

- [2] ČSN EN 13187 (73 0560) *Tepelné chování budov – Kvalitativní určení tepelných nepravidlostí v pláštích budov – Infračervená metoda*
- [3] ČSN EN 13829 (73 0577) *Tepelné chování budov – Stanovení průvzdušnosti budov – Tlaková metoda*
- [4] NOVÁK, J.: *Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov*, Nakladatelství Grada, 2008, 203 s., ISBN 978-80-247-1953-5
- [5] ZWIENER, V., HŮLKA C.: *Měření těsnosti budov – Metoda tlakového spádu – Blower-Door test*, DEKTIME 05-06/2006, s. 62-65, DEK a.s., Praha 2006 (www.dektime.cz)
- [6] DEKHOME D Příručka pro projektanty, DEK a.s. Praha 2008
- [7] TOPDEK Montážní návod, DEK a.s. Praha 2008
- [8] Aplikace foukané tepelné izolace ISODEK, DEKTIME 01 | 2010, DEK a.s., Praha 2010 (www.dektime.cz)
- [9] www.diagnostikastaveb.cz



09a

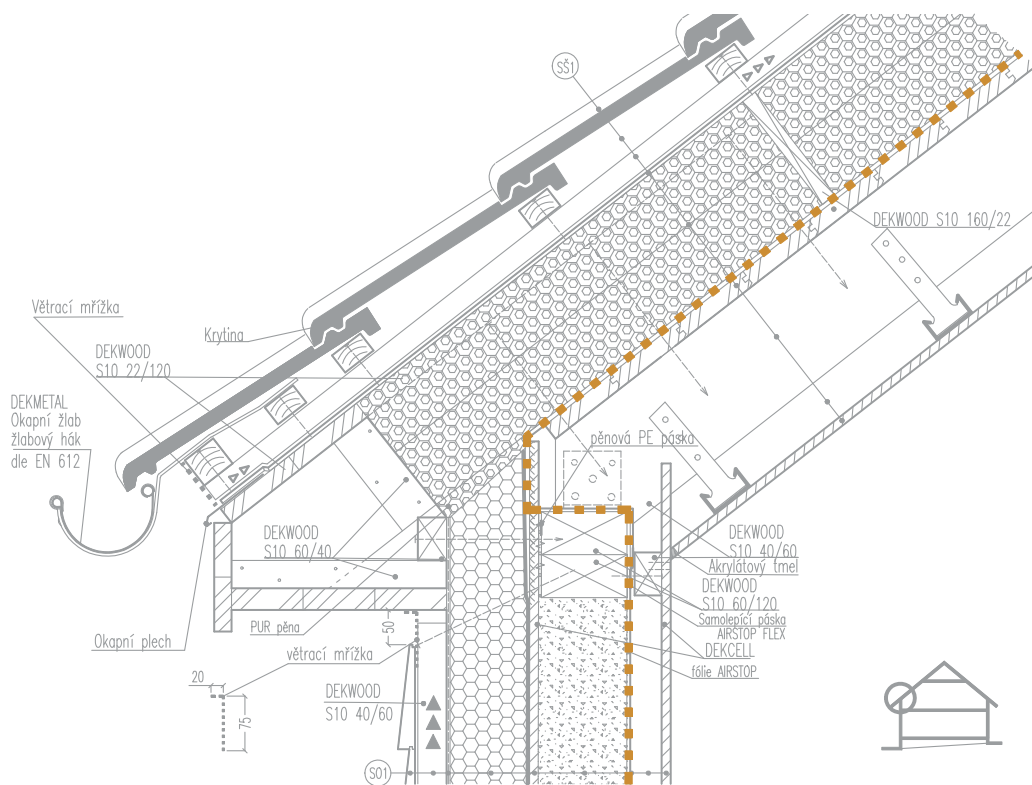


09b

09a, b) Nosné krokve jsou ukončeny v úrovni stěny (vlevo) a parotěsnicí vrstva z asfaltového pásu přetažená na obvodovou stěnu (vpravo) – systém TOPDEK s tepelnou izolací DEKPIR TOP 022

Obr. 10) Detail vhodného napojení parotěsnících vrstev střechy a stěny u nadkrokovního systému izolace střechy (podrobněji v publikaci Příručka pro projektanty – DEKHOME D [6])

Obr. 10



TERMOPRECIPITACE A JEJÍ VLIV NA KVALITU POVRCHŮ FASÁD

VIZUÁLNÍ STAV POVRCHU JE PRVNÍ INFORMACE O KONSTRUKCI FASÁDY A MŮŽE NAPOVĚDĚT O JEJÍ TECHNICKÉ KONDICI. JE MOŽNÉ SLEDOVAT RŮZNÉ ZMĚNY POVRCHU, KTERÝMI SE PROJEVUJÍ PROBLÉMY SKRYTÉ POD NÍM. PŘÍPADNÁ VADA KONSTRUKCÍ POD POVRCHEM SE MŮŽE PROJEVIT TRHLINAMI, VÝKVĚTY SOLÍ, VÝSKYTEM PLÍSNÍ NEBO JINÝCH ORGANISMŮ, VLHKÝMI MAPAMI, ALE TAKÉ USAZENÍM PRACHU NA POVRCHU FASÁDY.



Usazeniny prachu na fasádě, třeba i opatřené kontaktním zateplovacím systémem, mohou prozradit uspořádání konstrukcí pod povrchem fasády. Majitelé domů se ptají, zda se jedná o vadu, a kdo ji způsobil. Předcházet propisování konstrukcí stavby na povrch fasády ve formě prachových usazenin lze předcházet již ve fázi projektu.

Prostor kolem nás tvoří především vzduch, který je plynným disperzním prostředím s podílem kapalných a pevných fází, organického a anorganického původu. Tato směs plynných, kapalných a pevných fází se nazývá aerosol a obklopuje nás všude. Její projevy jsou jak pozitivní, tak i negativní. V případě, že obsah prachových částí je vysoký, přináší potíže.

Náš životní prostor je také cyklicky ohříván, buď slunečními paprsky anebo umělými zdroji tepla – např. otopnými tělesy. Z toho logicky

vyplývá, že některé objekty mohou mít teplotu vyšší a některé nižší v závislosti na čase a prostoru. Protože nemá v prostoru kolem nás vše stejnou teplotu, musíme na základě termodynamické rovnováhy (nultý termodynamický zákon) počítat se vznikem teplotního gradientu, který zpravidla způsobí pohyb celého aerosolu. Tímto pohybem bývá proudění nebo termodifúze či termoferéza, při kterých se částice pohybují ve směru klesající teploty. Při proudění je rychlost pohybu největší, jelikož k němu přispívá rozdíl tlaků. Termodifúze je prostup tepla přes pórovitou hmotu (v našem případě stavební materiál konstrukce) a termoferéza závisí jen na rozdílu teplot. Na teplejším místě získávají částice aerosolu více tepla a molekuly vzduchu větší kinetickou energii. Molekuly vzduchu více narážejí na částice v aerosolu a tak je posunují do chladnějšího místa. Pokud je chladnějším místem

povrch nějakého tělesa, částice mu při nárazu na něj mohou své teplo a energii předat a pak zde dojde k jejich usazení. Tento děj se odehrává od teplotních rozdílů v řádech desetin stupně a nazývá se termoprecipitace. Na tomto principu se např. měří míra znečištění ovzduší, zkoumaný vzduch je veden na chladnější plochu, kde se usazují pevné částice, obsah prachu je pak určen hmotností usazených pevných částic vůči objemu vyšetřovaného vzduchu. Důsledkem termoprecipitace jsou třeba prachové mapy nad otopnými tělesy u stěn, ale také prokreslení spár, kotev nebo nosné konstrukce (systémových tepelných mostů) na vnitřní i vnější straně zejména obvodových stěn. Tepelný most je prvek s vyšší hustotou tepelného toku než je v jeho okolí. Je to vlivem materiálových charakteristik. Vlhkost a její kondenzace by v tomto případě vstoupila do hry při přechodu teploty těchto povrchů

přes rosný bod dané relativní vlhkosti.

Termoprecipitaci můžeme pozorovat v interiéru i v exteriéru, ale projevy se trochu liší. V interiéru dochází k rychlejšímu a většímu zašpinění linií nad spárami zdiva nebo bodů nad připevněním obkladů ze sádkartonových nebo sádrovláknitých desek. Jsou to tepelné mosty, které sice vyhovují na posouzení kritické teploty pro kondenzaci vlhkosti, ale jejich teplota povrchu v interieru je přesto nižší než teplota okolních povrchů. Zde se ulpívání prachu projevuje především v zimním období, kdy je směr tepelného toku od interiéru do exteriéru a kdy je navíc nepříznivá relativní vlhkost a prašnost interieru při vytápění.

V exteriéru se projevy různí. Obecně lze říci, že se více zašpiníují povrchy konstrukcí s vyšším tepelným odporem, tam je vnější povrchová teplota nižší. Prokreslení železobetonového skeletu pokrytého tepelněizolační vrstvou vůči výplňovému zdivu z cihel bude přesně opačné než prokreslení ocelové příhradové konstrukce vůči výplňové konstrukci z tepelněizolačního materiálu. Při tom obě obvodové stěny mohou mít požadované hodnoty součinitele prostupu tepla. Příčinou nestejnomyerného zašpinívání bude rozdíl teplot na povrchu. Rozdíly povrchových teplot budou vznikat jak při prostupu tepla z interieru, tak hlavně při změnách venkovních teplot nastávajících především při denním teplotním cyklu. V noci venkovní teplota klesne a ochladí se povrch fasády. Dochází k vyzářování tepla z konstrukce fasády radiací. Její teplota může klesnout ještě níže než teplota okolního vzduchu. Hmotné prvky jsou si schopny dle druhého termodynamického zákona předávat energii radiací i na velké vzdálenosti, například s Měsícem. V místě skladby s vyšší hustotou tepelného toku (tj. tepelný most) dochází k oteplení fasády z vnitřního prostoru a v době nárůstu venkovní teploty k snazšímu oteplení vrstev od exteriéru. Naopak v místech, kde je z vnější strany umístěn tepelný izolant, dochází k rychlejšímu vyzářování tepla vnějších vrstev ETICS. V této části se na oteplení méně podílí teplo z interieru.



01 | Prokreslení spár zdiva v interiéru

02, 03 | Výrazné zašpinění ETICS prachem podle nosné konstrukce

04 | Nestejnomyerné zašpinění ETICS termoprecipitací ovlivněné různými povrchovými teplotami



Z důvodu použití různých materiálů ve skladbách obvodové konstrukce pod omítkou dochází k odlišným tepelným tokům a nestejnoměrné změně teplot v ploše. Průběhy teplot v různých skladbách obvodových konstrukcí se mění různě rychle, stejně je tomu i u povrchové teploty. Čím déle bude trvat rozdíl teplot mezi některou částí povrchu a okolním vzduchem, tím déle bude docházet k usazování prachu na tomto povrchu. Fázový posun změny teploty lze určit z doby teplotní relaxace, z níž se vychází při výpočtech v rámci vyšetřování nestacionárního pole teplot a teplotní setrvačnosti.

Doba teplotní relaxace popisuje, jak dlouhý časový interval bude trvat vyrovnání teplot dvou bodů v jednom směru uvažované konstrukce. Ve vztahu (01) je obecná definice doby teplotní relaxace T_0 , (02) popisuje vztah pro n vrstev a (03) je konkrétní pro dvě vrstvy.

$$\frac{dt}{dT} = \frac{\Delta t}{T_0}$$

(01)

$$T_0(n) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i^2}{2 \cdot a_i} + \frac{\lambda_i \cdot d_i}{a_i} \cdot \sum_{j=i+1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} \right)$$

(02)

$$T_0(2) = \frac{d_1^2}{2 \cdot a_1} + \frac{d_2^2}{2 \cdot a_2} + \frac{\lambda_1 \cdot d_1 \cdot d_2}{a_1 \cdot \lambda_2}$$

(03)

T_0 – doba teplotní relaxace [s]
 d_i – tloušťka i-té vrstvy [m]
 a_i – součinitel teplotní vodivosti [m²/s] i-té vrstvy
 λ_i – součinitel tepelné vodivosti [W/mK] i-té vrstvy

Vztah pro získání součinitele teplotní vodivosti (04) vnáší do souvislosti s dobou teplotní relaxace také objemovou hmotnost a měrnou tepelnou kapacitu.

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c}$$

(04)

a – součinitel teplotní relaxace [m²/s]
 ρ – objemová hmotnost [kg/m³]
 c – měrná tepelná kapacita [J/kg.K]

Z uvedených vztahů vyplývá, že je doba teplotní relaxace přímo úměrná tloušťce vrstvy, objemové

hmotnosti a měrné tepelné kapacitě materiálů. Nepřímo úměrná je součiniteli tepelné vodivosti. Podstatná je však evidentní závislost na pořadí vrstev konstrukce ve směru tepelného toku. Právě pořadí vrstev materiálů skladby konstrukce s různými tepelně-fyzikálními vlastnostmi je rozhodující pro změny teplot v konstrukcích a na jejich površích (interiérových i exteriérových) v nestacionárním teplotním poli.

Pro lepší představu můžeme porovnat dvě různé skladby konstrukcí vyskytující se často u sebe v obálce budovy s nosným železobetonovým skeletem a s výplňovým zdivem.

Doba relaxace konstrukce s nosným skeletem vychází 1098 hodin a součinitel tepelné vodivosti vyhovuje doporučeným hodnotám ČSN 73 0540 /tab. 01a/. Výplňové zdivo má dobu relaxace 107,7 hodin a součinitel tepelné vodivosti také vyhovuje požadovaným hodnotám /tab. 01b/. Z toho vyplývá, že konstrukce s nosným skeletem má lepší tepelně technické vlastnosti

Tabulka 01a | Nosný skelet

Popis	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	C [J/kgK]	U [W/m ² K]	T_0 [hod]
Vnitřní omítká vapenná	0,010	1600	0,870	840	–	–
ŽB nosný skelet	0,400	2500	1,750	1020	–	–
EPS	0,150	20	0,040	1270	–	–
Konstrukce vnější omítky	0,010	1600	0,800	850	–	–
Celek	0,570	–	–	–	0,250	1098

Tabulka 01b | Výplňové zdivo

Popis	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	C [J/kgK]	U [W/m ² K]	T_0 [hod]
Vnitřní omítká vapenná	0,010	1600	0,870	840	–	–
Porotherm 36.5 P+D	0,365	800	0,149	960	–	–
Konstrukce vnější omítky	0,010	1600	0,800	850	–	–
Celek	0,385	–	–	–	0,380	107,7

a přispívá vhodně k tepelné stabilitě interiéru, přesto je to právě ta konstrukce s nežádoucím zašpiněním.

V případě termoprecipitace je však důležité pozorovat a porovnávat relativně tenké vrstvy povrchů, které se nejvýrazněji podílí na výsledné povrchové teplotě. Například porovnáme-li vnějších 30 mm, dostaneme výsledky uvedené v tabulkách /02a, 02b/.

Hodnoty vycházejí samozřejmě nízké, ale rozdíl je mezi nimi šestinásobný. Déle se bude vyrovnávat teplota u skladby s porothermovými tvánicemi. Ovšem toto je při směru tepelného toku z interiéru do exteriéru, například v topné sezóně. V letním období může naopak nastat opačný směr tepelného toku. Například před východem slunce, kdy je konstrukce a okolí nejchladnější, a pak se začne opět ohřívat, ovšem od exteriéru. Výsledky jsou uvedené v tabulkách /03a, 03b/.

Zde vidíme, že je doba relaxace části konstrukce se zateplením



05, 07 | Prokreslení nosného skeletu na povrchu fasády zašpiněním
06, 08 | Termovize potvrzuje nižší teploty zašpiněných povrchů zatepleného nosného skeletu

Tabulka 02a

Popis	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	C [J/kgK]	T_0 [hod]
Porotherm 36.5 P+D	0,020	800	0,149	960	–
Konstrukce vnější omítky	0,010	1600	0,800	850	–
Celek	0,030	–	–	–	0,36

Tabulka 02b

Popis	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	C [J/kgK]	T_0 [hod]
EPS	0,020	20	0,040	1270	–
Konstrukce vnější omítky	0,010	1600	0,800	850	–
Celek	0,030	–	–	–	0,06

Tabulka 03a

Popis	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	C [J/kgK]	T_0 [hod]
Konstrukce vnější omítky	0,010	1600	0,800	850	–
Porotherm 36.5 P+D	0,020	800	0,149	960	–
Celek	0,030	–	–	–	0,92

Tabulka 03b

Popis	d [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	C [J/kgK]	T_0 [hod]
Konstrukce vnější omítky	0,010	1600	0,800	850	–
EPS	0,020	20	0,040	1270	–
Celek	0,030	–	–	–	2,36

nosného skeletu naopak cca 2,5 krát delší. Ze všech uvedených kombinací vyplývá, že se konstrukce s nosným skeletem pomaleji prohřeje od tepla interiéru, ale také od tepla z exteriéru. Z rozdílných dob vyrovnání teploty vzniká časový prostor s rozdílnými teplotami povrchů a to je potenciál pro usazování prachových částic termoprecipitací.

Na fotografiích /02 – 05, 07/ můžeme pozorovat termoprecipitací odhalené odlišné tepelné toky obvodovou konstrukcí bytového domu v Praze. Jedná se o severní fasádu, kde nedochází k přímému oslunění. Zde může každý sám vidět, kde jsou plochy fasády více zatepleny a kde méně a může nám předběžně napovědět o výsledcích termovizního měření. Zašpiněné plochy jsou ty s vyšším tepelným odporem, tzn. paradoxně s lepšími tepelně technickými parametry a méně zašpiněné plochy jsou ty, kterými z domu uniká více tepla.

K fotografiím /05, 07/, jsou přiřazeny snímky termovizního měření provedeného v letním období, tzn. bez vlivu vytápění /foto 06, 08/. Termovize potvrzuje nižší teploty zašpiněných povrchů zatepleného nosného skeletu.

Při větších rozdílech povrchových teplot a pohybu teplot kolem rosného bodu, vstupuje do prostředí také zkondenzovaná vlhkost. Ke kondenzaci vzdušné

vlhkosti dochází také na chladnějších plochách jako dochází k termoprecipitaci. Kondenzát může mít následně projevy namrzání nebo i rozvoj biologické koroze. Ze stejného důvodu se tvoří námrazy i na zasklení otvorů kvalitními skly s nízkým součinitelem prostupu tepla. Čím kvalitnější skla oken, tím mohou být za srovnatelných podmínek na exteriérové straně více namrzlá. Na příkladu fasády rodinného domu v Praze Chodové můžeme vidět, že je tomu tak i u skladeb obvodových pláštů /foto 09 a 10/.

Rozdíly povrchových teplot na plochách fasády jsou jednoznačně způsobeny odlišnými materiály použitými pod vnější vrstvou obvodového pláště. I malé rozdíly v teplotách povrchu se projeví rozdílným zašpiněním. Míra zašpinění je hodně závislá na stavu ovzduší v místě stavby. Termoprecipitaci jako fyzikální jev citlivý i na malé difference teplot nemůžeme zcela eliminovat, můžeme ale snížit její míru především návrhem takové konstrukce, která zajistí stejné teploty v celé ploše povrchu fasády. K ověření může pomoci projektantovi výpočet doby teplotní relaxace. Řešením je větrání fasádní obklad fasády nebo souvislý VKZS s kotvami zakrytými zátkami z tepelného izolantu nebo skrytými pod ním.

<Viktor Kaulich>

Literatura:

- [1] Termomodifuze a její projevy na ETICS s vyšší tloušťkou izolantu; Ing. Jan Loukotka, Ing. Gerfard Enzenberger; Stavební ročenka 2009, JAGA, Bratislava
- [2] Výklad pojmů dostupný na vydavatelství.vscht.cz
- [3] tpm.fsv.cvut.cz
- [4] Akumulace sluneční energie do stavebních konstrukcí; Ing. Michal Kabrhel; www.tzb-info.cz
- [5] Výklad pojmů dostupný na cs.wikipedia.org
- [6] www.imaterialyinfo.cz
- [7] www.izolace.cz
- [8] ČSN 73 0540 – *Tepelná ochrana budov*

Fotografie:

Luboš Káně, Jiří Tokar, Luboš Halfar, Viktor Kaulich, Alexandra Michaličková



09 – 11 | Namrzlá zateplená fasáda a zateplený pozední věnec. Bez námrazy jsou nezateplené tvárnice Porotherm a chybně tmelené spáry. Tam je vyšší teplota vlivem termomodifuze z interiéru

**4 AKRYLÁTOVÉ
VRSTVY**

NOVINKA ALKORPLAN 3000

BAZÉNOVÉ FÓLIE ALKORPLAN se uplatňují při stavbě nových venkovních i vnitřních bazénů. Významné uplatnění nachází i při rekonstrukcích starších bazénů. Svoji kvalitou patří fólie **ALKORPLAN** na špici v Evropě. Proti na trhu běžně dostupným bazénovým fóliím vynikají především vysokou UV stabilitou a stálobarevností.

NOVINKOU V SORTIMENTU jsou fólie řady **ALKORPLAN 3000**, které jsou navíc na svém povrchu opatřeny speciální 4 vrstvou akrylátovou ochrannou úpravou. Tato úprava zabraňuje ulpívání nečistot na povrchu fólie, výrazně zvyšuje odolnost proti obrusu, poškrábání a odolnost fólie vůči mikroorganismům. Usnadňuje také čištění a údržbu.

**ALKORPLAN JE V BAZÉNOVĚ EVROPĚ POJMEM
ZALOŽENÝM PŘÁVĚ NA KVALITĚ.**

SAMOLEPICÍ PÁSKY

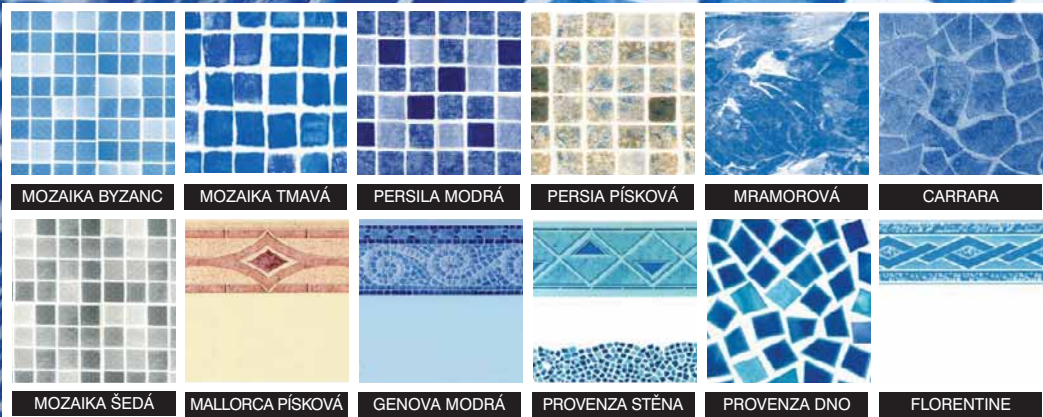


OLYMPIA MODRÁ PÁSEK
šířka: 24 cm, délka: 33 m, tl: 0,9 mm



GENOVA OKROVÁ PÁSEK
šířka: 24 cm, délka: 33 m, tl: 0,9 mm

 **ALKORPLAN** 3000®



ZAVĚŠENÉ VĚTRANÉ FASÁDY S KAMENNÝM OBKLADEM

ZAVĚŠENÉ VĚTRANÉ FASÁDY MAJÍ NESPORNÉ PŘEDNOSTI. UMOŽŇUJÍ EFEKTIVNÍ ŘEŠENÍ VLHKOSTNÍHO REŽIMU OBALOVÉ KONSTRUKCE BUDOVY. ELIMINUJÍ NAPJATOST OD VLIVU ZMĚN TEPLOT NEBO OD VLHKOSTI V POVRCHOVÉ ÚPRAVĚ, KTERÁ JE Z PODSTATY KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU DĚLENA NA PŘIMĚŘENÉ DILATAČNÍ CELKY. UMOŽŇUJÍ POUŽIT V ESTETICKÉM ZÁMĚRU ARCHITEKTA, NA ROZDÍL OD VKZS, I POVRCHY VÁZANÉ NA POMĚRNĚ HMOTNÉ PRVKY (KAMENNÉ DESKY, VELKOPLOŠNÉ KERAMICKÉ PRVKY, BETONOVÉ DESKY A POD.). PRINCIP ZAVĚŠENÉ VĚTRANÉ FASÁDY ZÁROVEŇ UMOŽŇUJE, ABY SE NA VZHLEDU FASÁDY PODÍLELY I DIFUZNĚ VELMI NEPROPUSTNÉ MATERIÁLY.

Na několika náhodně vybraných příkladech fasád s kamennými obklady je patrné, že v České republice je obvyklé vytvářet kamenné obklady s otevřenými rovnými spárami /foto 01 – 03/. Vědomi si toho, že fasáda je součástí obálky budovy, která má m.j. zajistit ochranu konstrukcí i vnitřního prostředí budovy před vodou, ptáme se, jak je fasáda s otevřenými spárami obkladových prvků těsná.

ZAVĚŠENÉ VĚTRANÉ FASÁDY

Skladba zavěšených větraných fasád musí obsahovat konstrukci zajišťující dostatečnou stabilitu obkladu v potřebné vzdálenosti od nosné vrstvy. Zároveň musí být vyřešen způsob připevnění obkladových prvků k této konstrukci. Požadavek na vzdálenost obkladu od nosné vrstvy je dán tloušťkou větrané vzduchové vrstvy pod obkladem a v současné době, v drtivé většině případů, zároveň tloušťkou tepelněizolační vrstvy.

ZAVĚŠENÉ OBKLADE Z KAMENE

V případě fasád s kamennými obklady se pro připevnění k nosné vrstvě používají bodové kotvy upevněné do vyvrtaných otvorů nebo bodové kotvy připevněné šrouby a hmoždinkami k podkladu nebo se používají nosné rošty, jednosměrné nebo dvousměrné, připevněné bodově k podkladu. Zároveň existuje více způsobů, jak připevnit kamenné desky k bodovým kotvám nebo k roštu. V tabulce /01/ uvádíme typické příklady konstrukcí pro připevnění zavěšených obkladů z kamene k nosné vrstvě nebo konstrukci. Na fotografiích /04 – 06/ jsou záběry z jejich realizace.

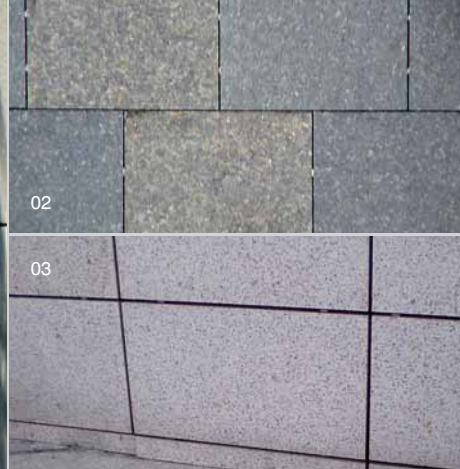
PŮSOBNÍ VODY NA KONSTRUKCE S VNĚJŠÍMI ZAVĚŠENÝMI OBKLADEMI

Otevřené spáry v ČR běžně realizovaných kamenných obkladů umožňují, aby pod obklad pronikala voda v průběhu deště, zvláště je-li její pohyb ovlivněn působením

silného větru. Voda může negativně ovlivňovat obvodové konstrukce stavby a následně vnitřní prostředí objektu nebo materiály ve vrstvách skladeb vnějších stěn, především tepelnou izolaci. Vliv zateklé vody na funkci tepelné izolace a její tepelnotechnické parametry je negativní. Tepelný odpor tepelněizolační vrstvy může být po nasáknutí vodou snížen až o 40%. Nezanedbatelný je také vliv zvýšení hmotnosti izolace a změna struktury a stability izolace v důsledku zvlhnutí.

Příklad stavby, kde došlo vlivem pronikání vody pod zavěšený obklad z kamene k selhání tepelné izolace a následkem toho také k degradaci vnitřního prostředí budovy, jsme publikovali v DEKTIME 02|2009. Závěry tohoto článku byly zcela jasné:

„Neutěsněné spáry mají za následek dotaci tepelné izolace vodou. Tepelná izolace cyklicky namáhána srážkovou vodou ztrácí své mechanické a hydrofobní vlastnosti. Potom může dojít k jejímu zhroucení



- 01 | Fasáda komplexu River City Praha Karlín
- 02 | Fasáda budovy univerzity v Olomouci
- 03 | Fasáda budovy ČNB v Ústí nad Labem
- 04 | Montáž obkladu připevněného bodovými „injektovanými“ kotvami
- 05 | Detail zavěšeného obkladu připevněného bodovými kotvami šroubovanými do hmoždiny
- 06 | Montáž kamenného obkladu na rošt z kovových profilů

Tabulka 01 | Základní principy upevnění zavěšeného větrného kamenného obkladu k nosné vrstvě nebo konstrukci



do vzduchové vrstvy. Tím tepelná izolace ztrácí svou spojitost a navíc jsou vytvořeny podmínky pro ještě větší míru dotace izolace vodou. Vlhko a lokálně odtržená tepelná izolace má přirozeně za následek nízké povrchové teploty na vnitřních površích stěn.“

TĚSNOST FASÁDNÍCH OBKLADŮ V NORMÁCH

Metodiky pro stanovení vodotěsnosti a klasifikaci pevných a otevíraných částí lehkých obvodových pláštů vystavených působení hnaného deště jsou k dispozici pro lehké obvodové pláště – LOP (EN 12154 *Lehké obvodové pláště – Vodotěsnost – Funkční požadavky a klasifikace*). V oblasti skládaných krytin střech se v nedávné době objevila evropská zkušební metodika pro zkoušení skládaných krytin proti hnanému dešti (EN 15601 *Hygrothermal performance of buildings – Resistance to winddriven rain of roof coverings with discontinuously laid small elements – Test method*). Pro zavěšené obklady stěn nejsou ale uvedené normy přímo vhodné.

Problematika navrhování fasád s kamennými obklady z hlediska těsnosti proti vodě v současné době nabývá na aktuálnosti v souvislosti s probíhající revizí české technické normy ČSN 73 3251:1987 *Navrhování kamenných konstrukcí*, na které se podílejí také pracovníci Centra technické normalizace DEK a.s. (podrobnosti o revizi jsou v samostatném rámečku na straně 33). Nabízí se, pokud se dosáhne konsenzu napříč odbornou technickou veřejností, doplnit do normy zásady pro zajištění ochrany

Tabulka 02 | Spáry pro zajištění ochrany stavby proti srážkové vodě (DIN 4108-3)

Spára	Roční úhrn srážek [mm]		
	do 600	do 800	nad 800
Vertikální	Konstrukční opatření*		
	Spáry podle tabulky /03/*		
Horizontální	Otevřené spáry s překrytím $h \geq 60$ mm podle obrázku /02/	Otevřené spáry s překrytím $h \geq 80$ mm podle obrázku /02/	Otevřené spáry s překrytím $h \geq 100$ mm podle obrázku /02/
	* Spáry podle tabulky /03/ s překrytím podle obrázku /02/ $h \geq 50$ mm		

* Spáry podle tabulky /02/ nesmějí být použity v horských oblastech. Jejich použití je povoleno pouze v případě, že bude brán zřetel na rozměrové změny spáry.

Tabulka 03 | Stanovení šířky a hloubky těsněné spáry (DIN 18540)

Rozteč spár [m]	do 2	2 až 3,5	3,5 až 5	5 až 6,5	6,5 až 8
Šířka spáry \bar{s} /obr. 01/ [mm]	15	20	25	30	35
Hloubka spáry h /obr. 01/ [mm]	8	10	12	15	15

vrstev fasády a vnitřního prostředí před nežádoucím působením vody.

ZKUŠENOSTI ZE ZAHRANIČÍ

Od německých kolegů ze sdružení IFD (Mezinárodní sdružení pokrývačů), kteří mají zkušenosti i s obklady stěn, jsme získali vyjádření, že v Německu se tyto konstrukce navrhují a provádějí výlučně bez vložení hydroizolace na povrch tepelného izolantu. Zároveň jsme zjistili, že v Německu platí pro větrané obklady vnějších stěn norma DIN 18516-1 *Obklady vnějších stěn, zadem provětrávané – Část 1: Požadavky, zkoušení* s požadavky a zkušebními metodami a speciálně pro obklady z přírodního kamene třetí část této normy DIN 18516-3 *Obklady vnějších stěn, zadem provětrávané – Část 3: Přírodní kámen; požadavky, navrhování*.

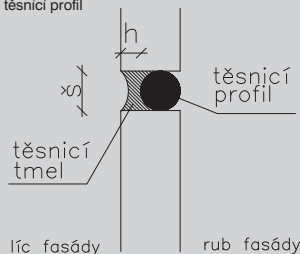
V těchto normách jsme našli kritéria, při jejichž splnění lze vnější zavěšené obklady považovat za dostatečnou ochranu stavby proti srážkové vodě. Ochrana může být zajištěna buď konstrukční ochranou spáry (zámek, překrytí jednotlivých prvků obkladu) nebo

těsněním spáry, kdy je zohledněno, zda jde o spáru vodorovnou nebo svislou, a zároveň se bere ohled na srážkové oblasti podle ročního úhrnu srážek. Německé normy dokonce stanovují podrobnosti řešení těsněné spáry viz /tab. 03/ a /obr. 01/ nebo spáry s překrytím /obr. 02/. Základní zásady německých norem uvádíme v rámečku nahoře.

Až po prostudování uvedených norem jsme pochopili přístup německých kolegů. Absence dodatečné hydroizolace (ochrany tepelné izolace) je v Německu přijatelná pouze při dodržení v normách uvedených pravidel a v německém prostředí se vůbec nepředpokládá, že by spáry mezi kameny nebyly chráněny konstrukčně nebo těsněny.

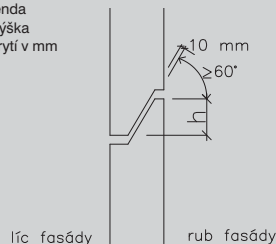
Německo není jedinou zemí, kde je těsnění spár mezi kamennými deskami běžné. Při pracovní cestě, kterou jsme podnikli v roce 2007 do Kanady, kde jsme studovali kanadské zkušenosti se sloupkovými systémy dřevostaveb, jsme měli možnost sledovat i výškové stavby v centru Toronta s kamennými obklady na fasádách

Legenda
 \bar{s} – šířka spáry v mm
 h – hloubka spáry v mm
 h – těsnicí profil



Obr. 01 | Detail řešení těsněné spáry k tabulce /03/ (DIN 18540).

Legenda
 h – výška překrytí v mm

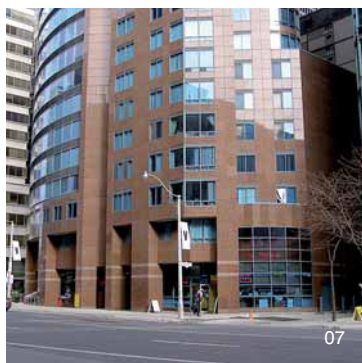


Obr. 02 | Příklad otevřené spáry s překrytím (DIN 4108-3).

/foto 07/. V jednom případě jsme se dostali k částečně demontovanému fasádnímu obkladu. Spáry, byly těsněny tmelem a jejich šířka byla přibližně 15 mm /foto 08/. Mimochodem, šířka spár byla ve shodě i s výše citovanými německými předpisy. Vysvětlení této, pro někoho snad zbytečně velké šířky spáry, je nejspíš právě v technologii těsnění. Do spáry těchto rozměrů lze uspokojivě vložit podkladní profil a těsnicí tmel.

VLIV VZDUCHOVÉ VRSTVY

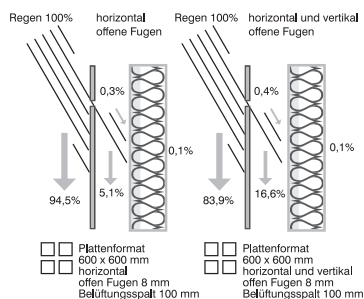
V odborných článcích ze zahraničních publikací jsme také našli závěry výzkumů, které sledovaly vliv tloušťky vzduchové vrstvy mezi rubovou stranou obkladu s otevřenými spárami, případně spárami těsněnými jen ve vísle rovině, na dotaci vody do tepelné izolace pod obkladem. V případě tloušťky vzduchové vrstvy 60 mm, rozměrech obkladu 600 x 600 mm a vodorovnými spárami tloušťky 8 mm (svíslé spáry utěsněny) byla dotace vody do tepelné izolace vyčíslena na 0,1 % množství z celkového množství vody dopadající na fasádu. Ke stejným výsledkům se došlo v případě



07 | Fasáda třicetipodlažního objektu v Torontu



08 | Částečně demontovaný obklad u vstupu do objektu na fotografii /07/



Obr. 03 | Výzkum působení deště na fasádu s kotveným obkladem (převzato z [6])

zvětšení tloušťky vzduchové vrstvy na 100 mm a otevřených svislých i vodorovných spárách mezi prvky obkladu. Závěry této studie jsou vyjádřeny na obrázku /03/. Pro přehled uvedeme, že v německém prostředí je tloušťka vzduchové vrstvy regulována i dalšími předpisy, především pak z oblasti požární bezpečnosti staveb. Kvůli šíření požáru pod obkladem je tato tloušťka v některých případech omezena na nejvíce 40 mm.

SHRNUTÍ, PODNĚTY PRO REVIZI NORMY

V případech řešení vnějšího kotveného obkladu s otevřenými spárami mezi prvky obkladu nechráněnými konstrukčně ani netěsněnými, tedy jinak než

citováno z DIN, je nutné počítat se zatékáním vody za obklad.

Pak je nutné do skladby s tepelnou izolací vložit vrstvu, která zajistí ochranu tepelné izolace proti vodě tak, aby mohla dlouhodobě plnit svoji funkci. Ochrannou fólii je nutné zajistit v přesazích, což lze obvykle provést jen při slepování na pevném podkladu a také spolehlivě přichytit k podkladu samotnému. Je zřejmé, že ne všechny z výše popsaných konstrukcí určených k připevnění obkladu k nosné konstrukci umožní spolehlivé vytvoření spojitě ochranné vrstvy na povrchu tepelné izolace. Při představě osazení hydroizolační vrstvy do skladby s kamenným obkladem uchyceným bodovými kotvami, si funkční osazení hydroizolační vrstvy

nedokážeme představit. Uspokojivé osazení hydroizolace lze provést jen v případech roštových systémů, a to nejlépe dvojitých – obousměrných, které umožňují podepření spojů hydroizolace v podélném i příčném směru a případně vyloučení její perforace.

V revidované normě ČSN 73 3251 *Navrhování kamenných konstrukcí* má být dle našeho názoru zakotvena zásada, že speciální tepelněizolační vrstva ve skladbě fasády (zvláště, je-li z minerálních vláken) musí být chráněna před proniknutím vody, buď těsněním kamenného obkladu (konstrukčně nebo těsněním – viz výše) nebo speciální hydroizolační vrstvou na povrchu tepelněizolační vrstvy. Požadavek na těsnost spár obkladu

REVIZE ČSN PRO NAVRHOVÁNÍ KAMENNÝCH KONSTRUKCÍ

Centrum technické normalizace ve společnosti DEK a.s. se podílí na revizi české technické normy ČSN 73 3251:1987 *Navrhování kamenných konstrukcí*. Norma je v současné době v mnoha ustanoveních zastaralá. Neobsahuje v dnešní době obvyklé technické řešení konstrukcí, ve volbě materiálů a výrobků je zasazena do centralizovaného výrobního systému před rokem 1989 a proto ani nemohla reagovat na současný směr evropské výrobové normalizace, jíž je ČR

součástí. Norma měla být kvůli těmto okolnostem a pro rozpor se současně platnými ČSN EN dokonce zrušena.

Zájem technické veřejnosti byl ale silnější, ukázalo se, že takováto norma je v našem prostředí potřebná. Proto se Svaz kameníků a kamenosochařů ČR zavázal k zajištění revize normy. První pokusy o revizi normy, které proběhly v roce 2000 nebyly naplněny a až v loňském roce tento úkol znovu obnoven. Zpracovatelem revize normy je opět Svaz kameníků, řešitelem úkolu je doc. Ing. Karel Lorenz, Csc.

ve spolupráci s naším CTN. Naše práce na normě se koncentruje především na materiálové řešení kamenných konstrukcí a konstrukční zásady. Doménou doc. Lorenze je zatížení a jeho účinky na kamenné konstrukce.

Revidovaná norma bude mít v porovnání s působností předešlé verze normy užší záběr. Norma se již nebude zabývat masivními kamennými prvky, bude zaměřena jen na dlažby a lepené nebo kotvené obklady stěn zhotovené z výlučně přírodního kamene.

NAVRHOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

www.statika-staveb.cz



PROJEKTOVÁNÍ PASIVNÍCH DOMŮ

www.energetikastaveb.cz



Navrhování dřevěných konstrukcí
Ing. Jiří Skřípský, DiS.
mobil: +420 739 388 076
jiri.skripsky@dek-cz.com

Projektování pasivních domů
Ing. Jiří TOKAR
mobil: +420 737 281 209
jiri.tokar@dek-cz.com

ATELIER DEK

www.atelier-dek.cz

se musí týkat nejen spár mezi kameny samotnými, ale i spár mezi deskami obkladu a souvisejícími konstrukcemi (okna apod.).

Pokud by se požadavek na ochranu tepelněizolační vrstvy fólií v ČR prosadil, např. zakotvením v revizi normy, lze očekávat i větší rozšíření roštových systémů, a to jen některých.

Problematikou řešení detailů oken osazených do zavěšeného větraného fasádního obkladu se chceme zabývat v některém z dalších článků.

Domníváme se, že v souvislosti se stále větším tlakem na kvalitu a trvanlivost staveb a na ochranu tepla v budovách poroste význam popsané problematiky u všech druhů zavěšených fasádních obkladů.

<Zdeněk Plecháč>

Literatura:

- [1] DIN 18516-1
Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze
- [2] DIN 18516-3
Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 3: Naturwerkstein; Anforderungen, Bemessung
- [3] DIN 18540 *Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen*
- [4] ČSN 73 3251 *Navrhování kamenných konstrukcí*
- [5] Problematika skládané větrané fasády, Ing. Viktor ZWIENER, Ph.D., DEKTIME 01 | 2009
- [6] www.fvhf.de

Fotografie:
Luboš Káně, Jiří Kubát,
Zdeněk Plecháč

ELASTEK GLASTEK

ŠPIČKOVÉ HYDROIZOLAČNÍ
MODIFIKOVANÉ ASFALTOVÉ PÁSY

|| ELASTEK[®]
|| GLASTEK[®]

www.dektrade.cz | www.dektrade.sk

PŘÍRODNÍ
POKRÝVAČSKÁ

▼
BŘIDLICE

 **DEKSLATE**®

www.dekslate.cz