Využití termografie a blower-door testu při diagnostice připojovacích spár výplní otvorů

Legislativní souvislosti

Výplně otvorů lze zařadit mezi nejkomplikovanější stavební konstrukce. Často bývají předmětem reklamací a svárů. To bývá způsobeno rozdílným pohledem na výplň otvoru buď jako na samostatný výrobek nebo jako součást obvodového pláště stavby, kdy je třeba k výplni otvoru přiřadit mimo jiné také související konstrukce - připojovací spáry. Pro oba případy platí rozdílné předpisy. Požadavky týkající se výplní otvorů jako výrobku jsou uvedeny v *ČSN EN 14351-1 [2]*. Tato norma stanovuje souhrn funkčních požadavků na okna a dveře v nezabudovaném stavu. Jedná se tedy o normu výrobkovou. V praxi to znamená, že je možné velice kvalitní okenní výplň, která splňuje celý výčet přísných požadavků dle uvedené normy, zabudovat do stavby i způsobem, kterým mohou být její vlastnosti výrazně degradovány.

S provedením připojovacích spár výplní otvorů je to v českém legislativním prostředí složitější. Výčet požadavků je uveden ve vyhlášce *268/2009 Sb. [1]* v §19 a §26. Požadavky se týkají především tepelnětechnických a akustických parametrů s odkazem na normové hodnoty. Ty jsou dány *ČSN 73 0532 [4]* a *ČSN 73 0540-2 [1]*. Pro účely akustiky se dle *ČSN 73 0532 [4]* považuje za součást konstrukce výplně otvoru také napojení na ostění, provedení zárubní, prahů a těsnění. To znamená, že kvalita provedení připojovací spáry má také vliv na vzduchovou neprůzvučnost. Tento parametr se bohužel někdy neprávem opomíjí. Z hlediska tepelné techniky se za výplně otvorů dle *ČSN 73 0540-2 [3]* považují okna, světlíky, dveře, vrata a střešní poklopy zabudované do stavby. Při výpočtovém hodnocení tepelnětechnických parametrů je třeba vliv zabudování výplně vždy zohlednit (vnitřní povrchová teplota konstrukce, lineární činitel prostupu tepla). Velice důležitá je vzduchotěsnost připojovacích spár. V *ČSN 73 0540-2 [3]* se tímto parametrem zabývá článek 7.1.2, který říká: „*součinitel spárové průvzdušnosti spár a netěsností v 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*“. Článek již hovoří o zkušební metodě, což znamená, že výpočtově nelze prokázat splnění tohoto požadavku. Je třeba si uvědomit, že většina používaných komerčních programů pro výpočet šíření tepla konstrukcí uvažuje s dokonalou vzduchotěsností.

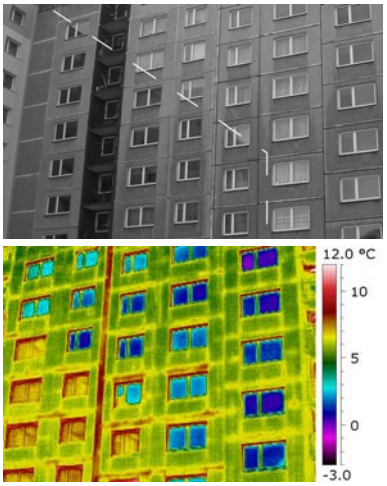
Jak je z výše uvedeného výčtu předpisů a požadavků patrno, jsou výplně otvorů a jejich zabudování řešeny ve více předpisech, které si bohužel někdy i protiřečí nebo nejsou dány do souvislosti s ostatními požadavky. Toho si je odborná veřejnost vědoma a již pár let probíhá snaha o vytvoření uceleného předpisu týkajícího se výplní otvorů včetně zabudování do stavby. V roce 2009 vznikl první návrh *TNI 74 6077 [6]*, který ale nebyl schválen. V době vzniku tohoto článku (září 2010) je k dispozici další z návrhů uvedeného dokumentu, který je oproti verzím z roku 2009 zcela přepracován a vychází z překladu *STN 73 3134 [5]*. Protože probíhá veřejné projednání dokumentu, je celkové hodnocení předčasné. V závěrečné kapitole věnované převzetí zabudovaných výrobků je uvedeno, že se má provést mimo jiné také kontrola utěsnění připojovací spáry. Bohužel v celém dokumentu zatím není zmínka, jak se má kontrola provádět.

Diagnostika výplní otvorů z hlediska tepelné techniky

Výplně otvorů byly a jsou z hlediska tepelné techniky jednou z nejslabších konstrukcí. Např. požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla zděné stěny dle současně platné normy *[3]* je 0,38 W/(m^2.K). Pro výplň otvoru je požadována cca 4x horší hodnota (1,7 W/(m^2.K)). Pokud je na výplni naměřena odlišná povrchová teplota oproti stěně, nemusí se ještě jednat o vadu. Samozřejmě nesmí být podkročena požadovaná povrchová teplota z hlediska kondenzace. Pro diagnostiku výplní otvorů se obvykle používají kontaktní a bezkontaktní bodové teploměry nebo termovizní

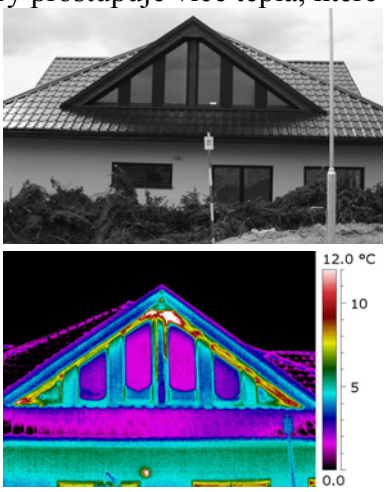
kamera, která umožňuje plošnou kontrolu. Zejména termovizní kamera je velice účinným diagnostickým nástrojem. Při jejím použití je však nutná zvýšená ostražitost a velké zkušenosti při vyhodnocení pořízených termogramů. Termodiagnostika výplních otvorů sebou nese jistá specifika a úskalí, které mohou při neodborném vyhodnocení vést k zavádějícím závěrům. *V tištěné verzi sborníku jsou termogramy ve stupni šedi, v elektronické verzi jsou termogramy barevné.*

Na obr. 1 je nezateplený bytový dům. Termogram byl pořizován v zimě (te = -1 °C) při jasné obloze. Na termogramu jsou patrné vyšší povrchové teploty na oknech vlevo dole. Na fotografii je patrné, že nalevo stojí jiný bytový dům, který se v oknech odráží (naznačeno čárkovanou čárou). Teplota jasné oblohy byla stanovena na -30 °C. Povrchová teplota sousedního domu je ale vyšší (přibližně kolem teploty vzduchu při měření). Součinitel emisivity zasklení je cca 80%. To znamená, že cca 20% tepelného záření, které zachytí termovizní kamera, je „odraz“ jasné (studené) oblohy nebo fasády sousedního (teplého) domu. Pokud víme, za jakých podmínek měřit a jak se postavit, není problém na zasklení naměřit „potřebné“ hodnoty. Toho lze zneužít při tendenčním hledání „zlodějů tepla“.

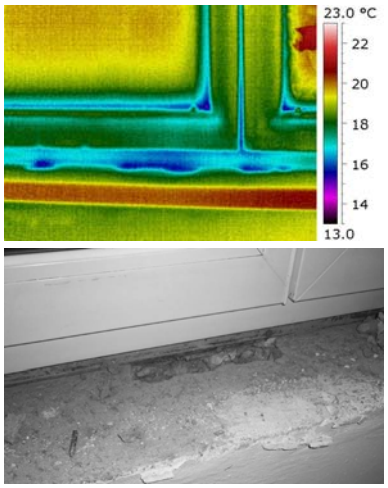


Obr. 1

Při termodiagnostice z exteriéru jsou často naměřeny vyšší povrchové teploty v nadpraží oken (patrno také na obr. 1). Příčin může být více. Okny s horšími parametry prostupuje více tepla, které v exteriéru stoupá vzhůru a může ohřívat nadpraží. Může se ale také jednat o vliv odrazu a stínění vlastním nadpražím (obdobný jev jako u odrazu sousedního domu) nebo se může jednat o chybnou realizaci (nedostatečná tepelná izolace nebo vzduchotěsnost připojovací spáry). V prvních dvou případech se nejedná o vadu. Pokud je v zimním období bezvětří, je v interiéru vytápěných objektů obvykle mírný přetlak. Ten je způsoben vyšší teplotou vzduchu v interiéru. Tepelný tok směřuje z interiéru do exteriéru. U nevzduchotěsných detailů jsou potom z exteriéru termografií odhaleny zvýšené povrchové teploty. Na obr. 2 je vikýř rodinného domu. Na termogramu je patrné nerovnoměrné teplotní pole v úrovni nadpraží okna. Příčina je vysvětlena dále. Další vady připojovacích spár diagnostikované z exteriéru jsou uvedeny v [8].



Obr. 2



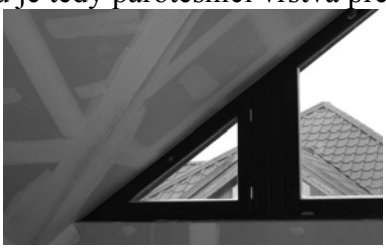
Obr. 3

Z interiéru lze termovizní kamerou odhalit místa s chybějící tepelnou izolací, jako jsou např. nevyplněné otvory po osazovacích klíncích nebo nevyplněné dutiny stěn vzniklé při výměně oken. Na základě termogramu na obr. 3 byla otevřena připojovací spára v úrovni parapetu okna v panelovém bytovém domě a byla nalezena nevyplněná dutina, která způsobovala ochlazování parapetu a vznik povrchové kondenzace v zimním období.

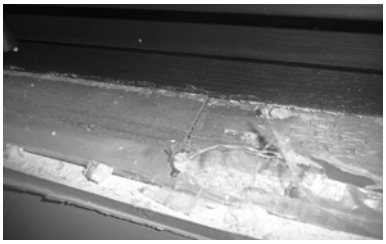
Termodiagnostika za přirozených tlakových podmínek slouží pouze ke kontrole výplní otvorů z hlediska prostupu tepla (šíření tepla kondukcí), což je pouze jedna ze složek šíření tepla. Neméně důležitá je také dostatečná vzduchotěsnost (šíření tepla konvekcí). S postupným utěsňováním staveb se také zvyšuje skutečná relativní vlhkost vzduchu a v běžných obytných a administrativních stavbách

jsou detaily vystaveny většímu vlhkostnímu namáhání, než tomu bylo v minulosti. Pro kontrolu vzduchotěsnosti je třeba vytvořit tlakový rozdíl mezi prostory, kterými je diagnostikovaná konstrukce rozdělena. Lze např. použít zařízení pro měření průvzdušnosti – blower door test (blíže např. v [7]). Součástí zařízení je ventilátor, kterým se v objektu vytvoří podtlak nebo přetlak. Pro hledání netěsností se potom používají holé ruce, přístroje a tyčinky generující kouř, anemometry nebo ultrazvukové přístroje. Velice účinné je opět využití termovizní kamery (rozdíl teplot musí být alespoň 5 °C).

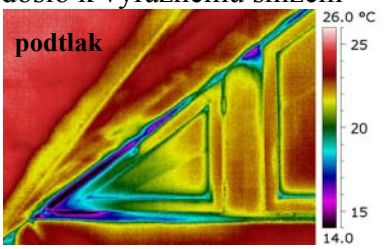
Na obr. 4 je okno z interiéru stejného vikýře jako na obr. 2. Na termogramu za přirozených tlakových podmínek je patrné snížení povrchové teploty v úrovni parapetu (bílá šipka). To je způsobeno osazením okna přímo na dřevěný trám (obr. 5). Připojovací spára má šířku cca 1-2 mm (je prakticky „nulová“). Navíc je parotěsnicí fólie stěny seříznutá s hranou parapetu. V úrovni parapetu je tedy parotěsnící vrstva přerušena. Při podtlaku v interiéru došlo k výraznému snížení povrchových teplot v úrovni parapetu a také v nadpraží okna. Na základě provedeného měření byla střecha rozkryta a bylo zjištěno volné ukončení parotěsnicí fólie u čela vikýře (obr. 6). Připojovací spára byla opět takřka „nulová“.



Obr. 4

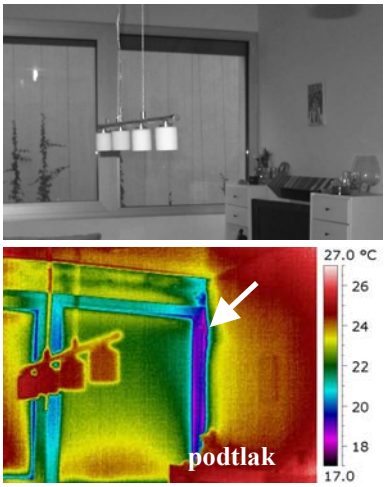


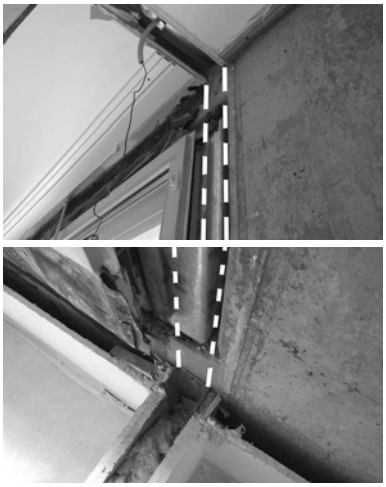
Obr. 5



Obr. 6

Na obr. 7 je okno v obývacím pokoji bytu v přízemí bytového domu. Na termogramu při podtlaku je patrné snížení povrchové teploty u ostění okna (bílá šipka), které lícuje s příčkou. Po otevření konstrukce bylo zjištěno, že součástí hliníkových oken sice byla integrovaná parotěsnicí fólie, ale protože lehká příčka zabíhá do připojovací spáry okna, byla fólie u ostění odříznuta. Poloha příčky je na obr. 7 znázorněna bílými čárkovanými čarami.

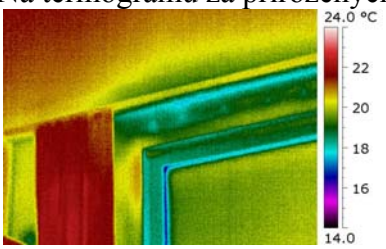




Obr. 7

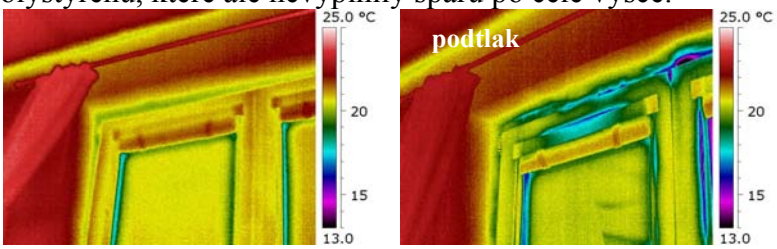
Na obr. 8 je jiné okno stejného bytu. Na termogramu za přirozených tlakových podmínek je patrné

Obr. 8



snížení povrchových teplot v nadpraží okna, ale nikoliv u rámu okna, ale pod stropem. Takové rozložení povrchových teplot je atypické. Po otevření spáry bylo zjištěno, že jako tepelněizolační výplň byly použity přířezy pěnového polystyrénu, které ale nevyplnily spáru po celé výšce.

Na obr. 9 je okno ve zděném rodinném domě. Při podtlaku je patrné snížení povrchových teplot v připojovací spáře, funkční spáře a dokonce i v zasklívací spáře. Netěsná zasklívací spára je ve většině případů vadou výrobku.



Obr. 9

Závěr

Požadavky na připojovací spáry jsou již dnes zakotveny v legislativě. Výpočtově je však možno hodnotit v rámci projekční přípravy pouze některé tepelnětechnické parametry (vnitřní povrchová teplota konstrukce, lineární činitel prostupu tepla). Vzduchotěsné provedení připojovacích spár výplní otvorů, které je velmi důležité pro její správnou funkci a je také zakotveno v legislativě, je nutné vždy kontrolovat na stavbě. Nepožaduje se ale číselná hodnota a proto nelze ani z měření očekávat číselné hodnoty. To samozřejmě ztěžuje hodnocení a stanovení míry nevyhovujícího stavu. Pokud realizační firma řeší připojovací spáru výplní otvorů pouhým vypěněním, tak již dnes nesplňuje požadavky Vyhlášky 268/2009 Sb. [1]. V současnosti se připravuje nový předpis nejen pro provádění připojovacích spár výplní otvorů (TNI 74 6077 [6]). Dokument je odbornou veřejností netrpělivě očekáván a doufejme, že bude znamenat narovnání současné nerovnováhy mezi platnými přísnými kritérii na výplně otvorů jako výrobky a značnou benevolencí na straně způsobu jejich zabudování do stavby. Věřme, že se v dokumentu podaří zakotvit také mechanismy kontroly, mezi které by mimo jiné mohla patřit také termodiagnostika při tlakových diferencích.

Ing. Viktor Zwiener, Ph.D.
tel.: +420 731 544 905
e-mail: viktor.zwiener@dek-cz.com
DEKPROJEKT s.r.o. (pobočka Praha)
Tiskařská 10/257
108 00 Praha 10 – Malešice
www.atelier-dek.cz

Ing. Roman Pavelka
tel.: +420 733 168 007
e-mail: roman.pavelka@dek-cz.com
DEKPROJEKT s.r.o. (pobočka Olomouc)
Tovární 915/40 (areál Prefa, kancelář č.18)
779 00 Olomouc - Hodolany

[1] Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
[2] ČSN EN 14351-1 (74 6075) Okna a dveře – Norma výrobku, funkční vlastnosti – Část 1: Okna a vnější dveře bez vlastností požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti
[3] ČSN 73 0540-2:2007 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
[4] ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky
[5] STN 73 3134:2010 Stavebné práce – Styk okenných konštrukcií a obvodového plášťa budovy – Požiadavky a skúšanie
[6] návrh TNI 74 6077:2010/09 Okna a vnější dveře – Požadavky na zabudování
[7] Zwiener V., Vymětalík V.: Vliv výměny oken v panelákovém domě na sledované parametry vnitřního prostředí v souvislosti s výměnou vzduchu v obytném prostoru Časopis DEKTIME, číslo 07/2007, s. 36-42, ISSN 1802-4009
[8] Zwiener V.: Diagnostika regenerovaných panelových domů IV. ročník celostátní odborné konference s mezinárodní účastí, sborník str. 89-98 *Stavokonzult, Hradec Králové 2008*