

NEPRŮVZDUŠNOST, ZKOUŠKY KVALITY

Radíme a vzděláváme

Centrum pasivního domu je neziskovým sdružením právnických i fyzických osob, které vzniklo za účelem podpory a propagace standardu pasivního domu a za účelem zajištění kvality pasivních domů.

Členy sdružení jsou jako podporující členové architekti, projektanti, stavební firmy, výrobci stavebních materiálů a prvků, a všichni ostatní odborníci se zájmem o pasivní domy. Podporující členové se podílí na realizaci aktivit sdružení, zejména svými odbornými znalostmi a zkušenostmi, aktivně spolupracuje s ostatními členy.

Vzduchotěsná obálka „od hlavy až k patě“

Každá budova by měla být do jisté míry vzduchotěsná. V případě pasivního domu je však dokonalé vyřešení a realizace vzduchotěsné obálky budovy jedním z jeho základních pilířů. Netěsnosti totiž způsobují nekontrolovatelné tepelné ztráty a snižují efektivitu zpětného získávání tepla větracím systémem, který je v pasivním domě nezbytný pro zajištění dostatečné výměny vzduchu. Jak praxe ukázala, při plánování a provedení spojitě vzduchotěsní vrstvy je zapotřebí profesionálního přístupu. Případné šetření či nedbalost může způsobit nedosažení základního požadavku pasivního domu, ale co hůř také kondenzaci vlhkosti v konstrukcích a následně pak vznik poruch a nižší životnost stavby.

Základní požadavky na průvzdušnost

Celkovou průvzdušnost obvodového pláště budovy stanovuje norma jako hodnotu n_{50} [h^{-1}] celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa. Čím menší je tato hodnota, tím je větší vzduchotěsnost stavby. Pro pasivní dům s nuceným větráním se zpětným získáváním tepla je hraniční hodnota $0,6 \text{ h}^{-1}$. Za jednu hodinu se tedy v budově nesmí vyměnit více vzduchu než 60 % celkového objemu budovy. Měření probíhá při tlakovém rozdílu (podtlaku nebo přetlaku) postupně zpravidla od 80 do 20 Pa a po té vyhodnoceno pro tlak 50 Pa, což odpovídá tlaku vznikajícímu při síle větru asi 10–13 m/s.

Hodnota n_{50} se určuje experimentálně měřením dvěma metodami: při výstavbě po dokončení vzduchotěsnících opatření nebo v době používání budovy. Zásadní je měření neprůvzdušnosti během výstavby. Nalezené netěsnosti se dají hned na místě odstranit a zabránit se tak jejich překrytí a následně zdlouhavé lokalizaci.



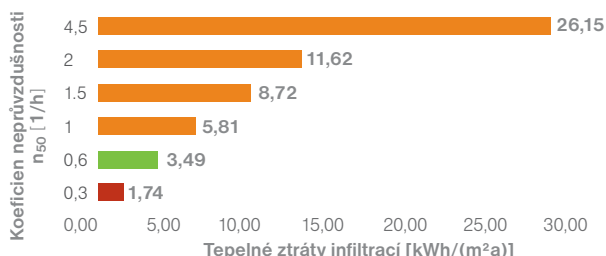
Větrání v budově $n_{50,N}$	h^{-1}
Přírozené	4,5
Nucené	1,5
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0
Nucené se zpětným získáváním tepla v pasivních domech	0,6

Obr. 1 Porovnání hodnot koeficientu n_{50} v závislosti na rozdílném způsobu větrání dle ČSN 73 0540-2

Obr. 2 Neprůvzdušnost zajišťuje spojitá vzduchotěsní vrstva, která musí být precizně vyhotovena. Veškeré napojení konstrukcí a stavební otvory jsou utěněny speciálními páskami. Kromě tepelných ztrát tato vrstva chrání konstrukce před vlivem vlhkosti, která se šíří přes netěsnosti. (Foto Aleš Brotánek)

PRŮVZDUŠNOST DOMU = TEPELNÉ ZTRÁTY

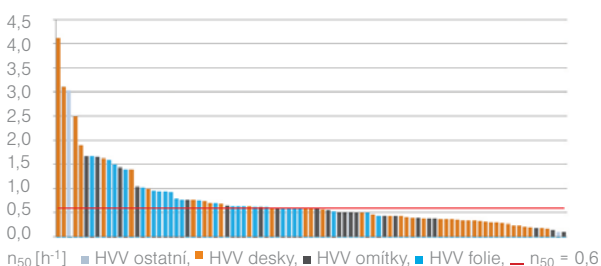
Vysoká průvzdušnost obálky budovy pochopitelně vede také k vyšším tepelným ztrátám, které během projektování budovy zpravidla nejsou zohledněny. Skutečné vlastnosti budovy mohou být někdy výrazně horší než navrhované a v krajním případě může dojít k poddimenzování otopné soustavy. Ve výpočtech se rovněž uvažuje s více faktory ovlivňujícími konečné hodnoty ztrát, jako expozice budovy, množství fasád vystavené působení větru, výška budovy a jiné. Vliv hodnoty n_{50} na měrnou roční potřebu tepla ilustruje graf (obr. 3). Při hraniční hodnotě n_{50} pro pasivní domy $0,6 \text{ h}^{-1}$ jsou ztráty infiltrace asi $3,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, což je při celkové měrné potřebě tepla na vytápění $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ podstatná část. Pro porovnání běžná budova s přirozeným větráním s hodnotou $n_{50} = 4,5 \text{ h}^{-1}$ má roční ztráty infiltrace kolem $26 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, což je více než 1,5násobek měrné potřeby tepla na vytápění u pasivních domů. Je zřejmé, že zabezpečení neprůvzdušnosti je nutno věnovat náležitou pozornost.



Obr. 3 Vliv hodnoty n_{50} na potřebu tepla na vytápění. Platí jednoduchá rovnice – čím vyšší průvzdušnost budovy, tím vyšší tepelné ztráty. Netěsné novostavby mají tyto ztráty průvzdušnosti budovy dokonce větší, než je celková roční potřeba tepla na vytápění u pasivních domů. (Zdroj: program PHPP)

Statistika u nás a v Rakousku

Skutečnost, že v České Republice je vzduchotěsnost objektů poněkud zanedbávána potvrzuje i statistika měření Blower-door testem provedených u vybraných 91 domů, které byly navrhovány jako pasivní.



Obr. 4 Statistika měření neprůvzdušnosti v ČR z let 2007–2009. Vybrané domy by měly být domy pasivní a splňovat hodnotu $n_{50} 0,6 \text{ hod}^{-1}$. Že to není jednoduché, ukazuje fakt, že 42 z 91 domů tuto hodnotu nespĺnilo. (Zdroj: Stanislav Paleček)

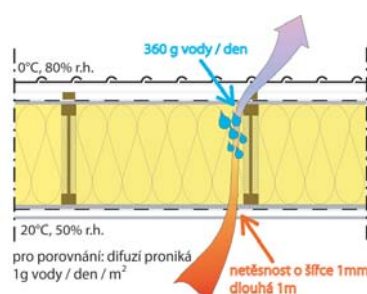
Některé z měřených pasivních domů překračují hraniční hodnotu $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ několikanásobně a určitě se za pasivní považovat nedají. Více než polovina měřených objektů hodnotu splňuje a další menší část je blízko kýžené hodnoty. Nedosažení požadované hodnoty lze připsat ve značné míře chybám jak v projektové fázi (volba vzduchotěsného materiálu, řešení detailů napojení vrstev), tak samozřejmě i během provádění stavby (zanedbání kvality provedení, nechtěné porušení vzduchotěsné vrstvy, atd.). Na základě výsledků vyvstává doporučení věnovat zvláštní

pozornost neprůvzdušnosti už ve fázi plánování a koordinovat návrh i s ostatními profesemi (vzduchotechnika, instalace, atd.). Obdobně je nutné postupovat i při realizaci – všechny zainteresované seznámit s požadavky na neprůvzdušnost a zajistit kvalitní a častý stavební dozor. Velmi důležité je stanovení časové posloupnosti a návaznosti stavebních prací spojených s tvorbou hlavní vzduchotěsnicí vrstvy a jejích detailů. V mnohých případech se postup bude lišit od zavedených zvyklostí stavební praxe. Pro porovnání je k dispozici rakouská statistika vzduchotěsnosti. Měření bylo provedeno u 507 pasivních domů s celkovým průměrem $n_{50} = 0,42 \text{ h}^{-1}$, přičemž jen 32 měřených objektů bylo nad hraniční hodnotou $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ (a jen pět z nich mělo $n_{50} \geq 1 \text{ h}^{-1}$).

RIZIKO ŠÍŘENÍ VLHKOSTI

Netěsnostmi může proudit teplý vzduch z interiéru do exteriéru hnán vtlakem vzduchu nebo provozem vzduchotechnického zařízení a působit tak jako nositel vlhkosti. Tato skutečnost je v každém případě nezanedbatelná. Vzduch proudící spárou širokou 1 mm a dlouhou 1 m (při teplotě v interiéru 20°C a relativní vlhkosti 50%) může denně z interiéru přenést kolem 360 g vody (ročně $10\text{--}15 \text{ kg}$ vody) ve formě vodních par. To je mnohonásobně více než při vlhkostním toku v důsledku difuze vodních par a je prakticky nemožné, aby se takové množství účinně odpařilo (obr. 5). Zpravidla se tyto páry hromadí ve vrstvách konstrukcí do nasákavých materiálů. Při teplotních rozdílech pak kondenzují na chladnějších místech nebo rozhraních materiálů s různým difuzním odporem. Takové podmínky jsou ideální pro vznik plísní a hub, které mohou způsobit rozsáhlé škody na konstrukcích. Vznik plísní na straně interiéru je způsoben zpravidla nasáknutím vnějšího izolantu, čímž se radikálně snižuje jeho izolační schopnost. Vytváří se tak tepelný most a zvyšuje se možnost kondenzace vlhkosti na vnitřním povrchu. Dřevěné konstrukce jsou náchylnější na vlhkost a už za několik let mohou být značně ovlivněny jejich fyzikální vlastnosti až po totální destrukci. U masivních staveb je riziko menší, respektive poruchy se mohou projevit za delší čas. Především u střešních konstrukcí je výskyt netěsností častější kvůli zhoršené dostupnosti a složitějším detailům přechodu konstrukcí. Samozřejmě trpí nejen konstrukce, ale i uživatelé. Spóry plísní jsou toxické a jsou původcem různých alergií a onemocnění dýchacích cest.

Pěčlivě provedená vzduchotěsnicí vrstva tedy zlepšuje ochranu konstrukcí před vlhkem a zvyšuje tím životnost celé stavby. Kromě toho je zásadní i doporučení skladby konstrukcí s ohledem na difuzní odpor vrstev. Platí zásada, že směrem k exteriéru by se měl difuzní odpor kvůli odvětrání vlhkosti zmenšovat. Vzduchotěsnicí vrstva musí být umístěna s ohledem na možnou kondenzaci vodních par. Její umístění ve vnitřní čtvrtině tepelného odporu konstrukce ve většině případů této podmínce vyhoví a vlhkost zde nekondenzuje.



Obr. 5 Problematické místo v konstrukci: přes nekvalitně provedený detail může teplý vlhký vzduch proudit z interiéru do exteriéru. Na chladnějších částech konstrukce může pak dojít ke kondenzaci vodních par. Velká část poruch budov je způsobena právě tímto. Pomocí může pečlivě provedená vzduchotěsnicí vrstva.

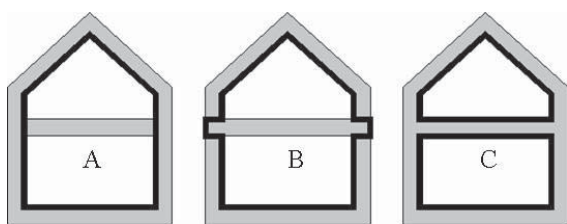
JAK NA KVALITNÍ UTĚSNĚNÍ ANEB VZDUCHOTĚSNOST BEZ KOMPROMISŮ

Kvalitní návrh

Základem vysoké neprůvzdušnosti u pasivního domu je pečlivě propracovaný návrh s vyřešenými detaily a použitými materiály. Je vhodné dodržet několik zásad:

- volba vhodné konstrukce budovy s minimem problematických detailů
- návrh spojitě vzduchotěsné obálky bez přerušení a její správné umístění v konstrukci
- identifikace problematických míst, vyřešení způsobu utěsnění a napojení vzduchotěsnicí vrstvy na ostatní konstrukce spolu s detailní dokumentací a návrhem použitých materiálů
- minimalizace prvků prostupujících vzduchotěsnou vrstvou – např. pomocí vedení rozvodů v instalačním prostoru
- volba vhodného vzduchotěsnicího materiálu, kvalitních spojovacích a těsnicích materiálů (lepicí pásky, tmely atd.) kompatibilních se vzduchotěsnicím materiálem a s garantovanou funkčností (přilnavost, pružnost)
- dokonalé utěsnění spojů navazujících a prostupujících prvků (okna, potrubí)

Při navrhování pasivních domů s ohledem na vzduchotěsnost je zapotřebí dbát i na další faktory, jako je expozice budovy vůči větru a tvarová členitost. Samotná expozice budovy nemá vliv na její neprůvzdušnost, ale na množství vyměněného vzduchu v objektu netěsností a s tím spojené tepelné ztráty. Různá expozice budovy znamená rozdílný tlak větru. Doporučuje se umísťovat domy na závětrná místa nebo umístit větrolamy z návětrné strany. Co se týče členitosti, jednoduchý tvar domu bez komplikovaných detailů nepochybně znamená při realizaci méně potenciálních netěsností. Již v návrhu je proto nutné se vyvarovat složitých detailů s omezenou dostupností (např. dvojité kleštiny a jiné).



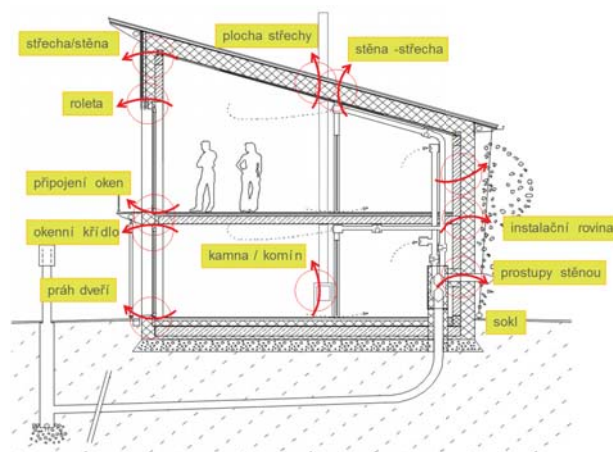
Obr. 6 Různá řešení průběhu vzduchotěsnicí vrstvy v detailu obvodové stěny /vnitřní strop: A – utěsnění prostupu trámů, B – „obalení“ trámů, C – samostatně utěsněné prostory. V každém případě musí jít o spojitou vrstvu, která obaluje celý dům bez přerušení.

Různé druhy konstrukce vyžadují specifický přístup při navrhování a provedení vzduchotěsnicí vrstvy. Například u řešení B je složité vyhnout se kondenzaci na okraji stropní desky a přináší mnoho skrytých detailů s možným poškozením vzduchotěsnicí vrstvy. U řešení C je reálné nebezpečí provětrávání, a tím i prochlazování stropu nad 1.NP, takže je zde množství prostupů stropní deskou, které je nutné provést vzduchotěsně proti konstrukci desky.

Klíčovým je již ve fázi plánování podrobně vypracovat celkový koncept vzduchotěsnosti zahrnující veškerá napojení ke konstrukčním prvkům, jejich přechodům a utěsnění otvorů (prostupů instalací). Všechny detaily je nezbytné jasně vyřešit a popsat. Pomoci může i kontrola tužkou, která při vyznačení vzduchotěsnicí vrstvy v projektu musí obejít celý dům bez přerušení.

Nejčastější místa a příčiny vzniku netěsnosti

Původ vzniku netěsností může být různý – v plánovací fázi zanedbáním případně nedořešením návrhu neprůvzdušnosti, ve fázi realizace stavby nedodržením doporučených postupů, použitých vzduchotěsnicích a lepicích materiálů a technologických podmínek jejich aplikace, případně zhoršenou dostupností míst nebo nezvládnutím koordinace jednotlivých profesí. Jde hlavně o místa napojení konstrukcí: střecha na obvodovou zeď v místě pozednice, detaily v okolí trámů a vazníků (většinou zhoršená dostupnost), v místě uložení stropu, napojení vnitřních zdí na obvodovou stěnu, detaily kolem základů v místě napojení obvodové zdi a podlahy. Dalšími problematickými místy jsou stavební otvory (okna, dveře, přístupová dvířka) a veškeré prostupy vedení, přípojky zemního registru, vzduchotechniky a také odvodů zplodin zdroje tepla, kanalizace a jiné.



Obr. 7 Nejčastější místa vzniku netěsností. Jedná se především o místa napojení konstrukcí, kde vznikají problematicky utěsnitelné detaily.

Hlavní vzduchotěsnicí vrstva u masivních staveb a dřevostaveb

U masivních konstrukcí plní funkci vzduchotěsnicí vrstvy vnitřní omítka bez prasklin, která musí být provedena spojitě na všech obvodových stěnách. Samotná zděná stavba má totiž značnou prodyšnost mezerami v maltě, perodrážkových tvárniceových spojích a dutinách voštinových cihelných bloků. Omítnuty musí být i stropy nebo v případě monolitických stropů musí být stropy vzduchotěsně napojeny na obvodové zdi. Samozřejmě je důležité zajistit dokonalé utěsnění vedení instalací, jejich výustek (použit vzduchotěsné zásuvkové krabice, vypínače) a dalších prostupů (kotvicí prvky a jiné). U zdíva z voštinových bloků je třeba vyhnout se spojování příček do „kapes“ obvodového zdíva. Omítnuty musí být i niky vytvořené pro instalaci rozvodů. Komínová tělesa z tvárniceových systémů musí být rovněž omítnuta.

Vzduchotěsnost u dřevostaveb je zabezpečena pomocí konstrukčních desek na bázi dřeva – nejčastěji OSB (dřevoštěpkové desky), MDF (dřevovláknité tvrdé) nebo plastovými fóliemi (parozábrany). Které z nich použít – desky nebo fólie? Deskové materiály se používají nejčastěji, a to ve vyhotovení na pero a drážku se spoji přelepenými páskami. Výhoda oproti fóliím tkví ve spojení vzduchotěsnicí schopnosti se současným zavětrováním konstrukce. Je ale potřeba volit materiály s dostatečnou tloušťkou a parametry zajišťující vzduchotěsnost. Ne vždy je ale tato vlastnost deklarována výrobcem. Nevýhodou fólií je také jejich menší odolnost vůči propíchnutí nebo prořiznutí (což se při stavbě často stává), dále nutnost vzájemného napojování fólií na podložených místech a eventuální přítlačné lafování. Obtížná zpracovatelnost a sporná životnost omezuje užití fólií zvláště u složitějších staveb. Vzduchotěsnicí vrstva se umísťuje na

vnitřní stranu konstrukce za instalačním prostorem, v případě jednovrstvé skladby na vnitřní stranu stěn. Instalační prostor o malé tloušťce (asi 50 mm) má hned několik výhod: zmenšuje počet prostupů vedení vzduchotěsnicí vrstvou (elektrina, voda a jiné) a při provádění instalací se snižuje nebezpečí poškození dokončené

Vhodné: vzduchotěsné materiály	Nevhodné: netěsné materiály
■ vnitřní omítka na zděné stavbě ■ folie (parozábrana) ■ armovaná lepenka ■ konstrukční desky na bázi dřeva např. OSB, MDF/ HDF, lepené vícevrstvé desky ■ desky z recyklovaného tetrapaku ■ cementovláknité a sadrovláknité desky pro tento účel určené ■ beton bez prasklin zhuštěný vibrováním	■ samotná zděná stavba (spáry v maltě) ■ perforované folie ■ měkké dřevovláknité desky např. hobra ■ příliš suchý beton (horší zhuštění a spojitost) ■ příliš mokrá beton (vznik prasklin) ■ desky z tvrdého polystyrenu ■ pero-drážkové bednění ■ sádkokarton

Materiály pro vzduchotěsné spoje

Levné náhražky v podobě kancelářských a jim podobných pásek určitě nezaručí trvanlivé utěsnění stavby. Takové materiály s nízkou pevností, přílnavostí a omezenou životností jsou vysoce rizikové a mohou úplně znehodnotit vynaložené úsilí.

V současné době je značný výběr k tomuto účelu vyvíjených speciálních výrobků pro lepení, napojování a utěšňování, vše s garantovanou životností. Rozličné vyhotovení těsnicích materiálů umožňuje výrazně urychlit a zjednodušit utěšňování stavby a dosáhnout prakticky nulové průvzdušnosti detailů. Výrobci parozábran mnohdy současně dodávají či alespoň doporučují vhodné pásky a doplňky pro jejich napojování. Výhodou tu mají ucelené těsnicí systémy nabízející jednoduché řešení detailů i s mnoha užitečnými doplňky. O vhodnosti použití a kombinace různých lepicích a spojovaných materiálů je možné se poradit s výrobcem. Některé materiály mohou totiž vzájemně chemicky reagovat, popřípadě nevytvářejí trvale těsné spoje. Při používání těsnicích materiálů je zapotřebí řídit se montážními postupy doporučenými výrobcem.



Obr. 8 Důležité je používat výrobky přímo určené k zajištění vzduchotěsnosti – pásky, tmely, manžety atd.

Je důležité věnovat pozornost přitlačování pásek, protože pevnost spoju je takřka přímo úměrná tlaku při spojování. Vhodné je použití přitlačných válečků nebo spoje obzvlášť precizně přitlačovat, protože mezi netěsné spoje se po určitém

čase může dostat prach a nečistoty. Netěsnosti vzniklé nepřilnutím pásek se složitě lokalizují zvláště po dokončení dalších vrstev konstrukce.

Pro exteriér se používají **těsnicí pásky a fólie s menším difúzním odporem**, vhodné pro slepování difúzních fólií a utěšňování rámu oken z vnější strany. Tyto výrobky umožňují vynikající odvětrání vlhkosti a zároveň zabraňují průniku hnaného deště k tepelné izolaci.

Utěsnění oken a jiných stavebních otvorů je v každém případě zapotřebí věnovat náležitou pozornost. Připojovací spáry výplň otvorů jsou velmi citlivým místem, protože jejich tloušťka je malá, ale požadavky na ně jsou přibližně stejné jako na ostatní obvodové konstrukce. Klíčem ke kvalitně vyhotovené montážní spáře je správný výběr materiálů, jejich skladba a detailní projektová dokumentace.

Jednoduché utěsnění PUR pěnou v žádném případě není dostatečné, zejména po ořezání expandovaných přebytků. Má otevřenou buněčnou strukturu a za vzduchotěsnou tedy považována být nemůže. Kromě toho je nasáková a není po expandování tvarově přizpůsobivá (při pohybech stavebních prvků vznikají neizolované mezery s přímým prouděním vlhkého vzduchu). Použité materiály by měly splňovat požadavky vysoké odolnosti vůči průchodu vody (pro většinu budov je dostačující při tlaku 600 Pa), schopnost vyrovnávat tvarové nerovnosti různé tloušťky spár a dilatační pohyby.

Co se týče skladby, je vhodné držet se zásady „těsněji uvnitř než venku“. Pro vnitřní stranu vybírat materiály s větší vzduchotěsností a parotěsností a směrem k vnější straně volit materiály prodyšnější kvůli možnosti odvětrání i vysušování spár. Těsnicí pásky, fólie a lišty pro utěsnění oken se vyrábějí ve mnoha vyhotoveních pro interiéry i exteriéry (s nižším difúzním odporem) s možností přilepení nebo přichycení do omítky pomocí perlinky. Nabídka je velmi široká, takže lze vybrat vhodný výrobek pro různá řešení připojovací spáry okna a jakýkoliv druh stěny a okna.

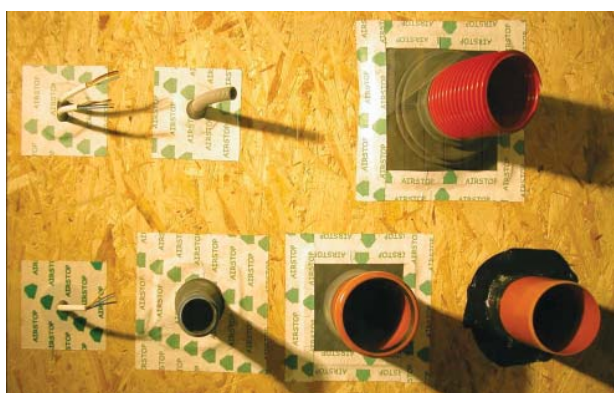


Obr. 9 Problematická místa při utěsnění oken a dveří lze řešit pomocí speciálních pásek a lišt vyvíjených pro tento účel. Nedostatečné utěsnění např. pouze PUR pěnou při instalaci oken bývá důvodem častých škod.

Ke slepování parotěsných fólií nebo styků konstrukčních desek se používají **pásky s vysokým difúzním odporem**. Mírná roztažnost těchto pásek zaručuje trvalé parotěsné a vzduchotěsné spoje i při dotvarování stavby.

Speciální pásy a fólie pro vzduchotěsné napojení oken se vyrábějí v mnoha variantách. Díky zvláštní konstrukci (záhybu) nebo vysoké roztlačnosti umožňují dokonalé napojení rámu okna v místě připojovací spáry i při dilatačních pohybech. Na vzduchotěsnici vrstvu se napojují pomocí samolepicí vrstvy, tmelu nebo perlinky, která umožňuje omítnutí. Stejně tak speciální okenní lišty s předkomprimovanou páskou zajišťují vzduchotěsnost připojovací spáry oken.

Pružné pásy s vysokou roztlačností se používají pro napojení konstrukcí např. v místě základového prahu nebo stropu a také pro utěsnění prostupů kolmo prostupujících prvků bez použití manžet. Díky vysoké roztlačnosti až 300 % jsou vhodné zejména pro velké prostupující prvky kruhového a obdélníkového průřezu (např. potrubí vzduchotechniky). Používají se materiály na bázi butylkaučuku nebo bitumenkaučuku. Výhodou je, že po spolehlivém obemknutí prostupujícího prvku je možné pásku roztáhnout, aby současně naplocho přilnula k parozábraně. Lepit je možné i na silikátové materiály, nejlépe s použitím adhezivního nátěru, tzv. primeru.



Těsnicí manžety a průchodky potrubí slouží k trvalému vzduchotěsnému a parotěsnému uzavření otvorů s prostupem prvků kruhového průřezu. Vyrábí se ve více rozměrech pro kabely nebo tenčí i silnější potrubí. Používají se především u prostupů s menším průměrem, kde je nevhodné použití pružných pásek kvůli rozměru, ale i teplotě nebo jiným faktorům. Manžety jsou vestavěny do samolepicích pásek, což zjednodušuje jejich použití.

Vzduchotěsné elektroinstalační krabice a vypínače se používají u konstrukcí, kde instalace prostupují vzduchotěsnicí vrstvou, například omítkou u masivních staveb nebo u dřevostaveb bez instalační roviny. Těsnost zajišťují vzduchotěsné řešené kabelové otvory.

Trvale těsné spoje	Spoje dočasně těsné, netěsné
folie slepené páskami příp. i s dodatečným přitlačným laťováním	izolační pásy, papírové pásy, běžné lepicí pásy
vzduchotěsné lepicí pásy s vysoce adhezivním lepidlem	přelepování masivních konstrukcí bez primeru (adhezivního impregnačního nátěru)
vhodná manžeta (průchodka) pro instalační prostupy	spáry vyplněny silikonovým tmelem
vodostálá lepidla na dřevěné desky s vysokou pevností (PU)	PUR montážní pěna
trvale plastické tmely aplikované do spár pevných konstrukcí	folie bez slepení přesahů, popř. slepená oboustrannou páskou

Komín a vzduchotěsnost

I když pasivní dům komín mít nemusí a v mnoha případech jej ani nemá, v případě použití kamen či kotle je komín nutný. Komín samotný lze považovat za těsný, jde-li o vícevrstvé nerezové systémy nebo o zděné komíny, které však musí být precizně omítnuty po celé ploše. Nejčastějšími místy netěsností jsou místa napojení kouřovodu na komín, revizních dvírek nebo prostupu komínu střechou, kde je nutné použít k utěsnění tmel s vysokou teplotní odolností. Systémy se zadním odvětráním komínu jsou pro pasivní domy nevhodné. Problémem z hlediska těsnosti může být nejen komín, ale i samotný zdroj. Netěsná mohou být dvířka topeniště i přívodu vzduchu, proto je vhodnější použít nasávání potrubím z exteriéru.

ČÍM DŘÍVE, TÍM LÉPE: KONTROLA NEPRŮVZDUŠNOSTI

Nezbytnou součástí zajištění kvality pasivních domů je test neprůvzdušnosti, a to ve správný čas. Je naprosto nutné zabezpečit tento test v průběhu výstavby po dokončení vzduchotěsnicí vrstvy. Včas se tím odhalí defekty a netěsnosti a jejich náprava bude jednodušší a levnější. Další test v době používání budovy je pak dokladem pro certifikaci.

Určení průvzdušnosti budovy se provádí měřením metodou tlakového spádu např. pomocí Blower Door testu. Princip je jednoduchý. Ventilátor umístěný ve vhodném otvoru v obvodové stěně vytváří v budově tlakový rozdíl (podtlak nebo přetlak) a měřením objemového toku u ventilátoru vyhodnocovací jednotka vypočte průměrnou hodnotu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa. Při zjišťování těsnosti obálky (test „B“) musí být během měření důsledně uzavřeny všechny stavební otvory, utěsněny instalační otvory a zalepeny prostupy, aby nedocházelo ke zkresleným výsledkům. Jde zejména o okna, přípojky vzduchotechniky, kanalizace, vody, zdroje tepla a elektroinstalaci. Výsledná hodnota je pak považována za intenzitu výměny vzduchu přes funkční spáry a netěsnosti. U certifikačního testu během provozu se zalepuje pouze vstupní a výstupní vedení vzduchotechniky. Intenzita výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa je definována dle vztahu:

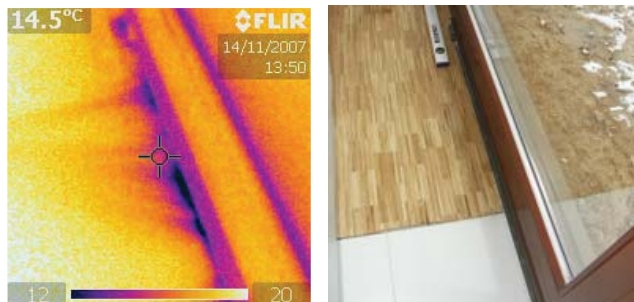
$$n_{50} = \frac{V_{50}}{V}$$

V_{50} objemový tok vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa [m^3/h]
 V objem vnitřního vzduchu měřené budovy nebo měřené ucelené části budovy [m^3].



Obr. 11 Měření neprůvzdušnosti je nezbytnou součástí realizace a zajištění kvality pasivních domů. Po dokončení vzduchotěsnicí vrstvy je nutné provést měření, aby odhalené netěsnosti mohly být včas opraveny. (Zdroj Stanislav Paleček)

Měřicí aparatura se skládá z výkonného ventilátoru, čidel na měření objemového toku vzduchu a vyhodnocovací jednotky. Pomocí napínací plachty se ventilátor vzduchotěsně umístí do vhodného otvoru (obr. 11) a nainstalují se přístroje pro měření tlakového rozdílu a objemového toku. Otáčky ventilátoru se nastaví tak, aby se vytvořil konstantní tlakový rozdíl, a pak se změří objemový tok vzduchu procházejícího ventilátorem. Měření se opakuje při různých úrovních tlakového rozdílu v rozsahu přibližně 20 až 80 Pa. Řídící jednotka obsahující přenosný počítač a speciální software řídí a kontroluje celý průběh měření, které pak okamžitě vyhodnocuje.



Obr. 12 Ochlazované místo v detailu napojení francouzského okna a podlahy způsobeno nesprávným napojením vzduchotěsné vrstvy. Při odhalování netěsností může být nápomocné i termovizní snímkování. (Foto Stanislav Paleček)

Lokalizace netěsností

Součástí měření bývá také lokalizace netěsných míst, a to zejména v případě neuspokojivých výsledků testu. Ta vznikají hlavně v místech spojů různých konstrukcí, v okolí stavebních otvorů apod. Po vytvoření podtlaku pak k detekci slouží např. ruční anemometr – přístroj na měření okamžité rychlosti proudění vzduchu. Řadu cenných informací může přinést také termovizní snímkování. Mnohdy je možné lokalizovat netěsnosti i pomocí našich smyslových orgánů (např. dlaně), které jsou na pohyb vzduchu velmi citlivé. Pro zjištění proudění vzduchu složitějšími detaily lze využít sledování pohybu barevného kouře vytvářeného za přetlaku. Tato metoda se používá nejméně, ale je velice názorná, což je v některých případech velkou výhodou. Utěšňování nalezených netěsností probíhá hned na místě až do fáze uspokojivého výsledku Blower Door testu.



Obr. 13 K lokalizaci netěsností se používají speciální přístroje, např. anemometr, který měří okamžitou rychlost proudění vzduchu nebo emitor kouře. Ukázka precizně připojeného okna do konstrukce (dole). (Foto Stanislav Paleček)

ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Kvalitní vzduchotěsná obálka je nedílnou součástí pasivních domů a bez jejího precizního provedení prakticky není možné dosáhnout pasivního standardu. Komunikace projektanta a zainteresovaných profesí při navrhování a koordinace profesí zapojených do výstavby je pro splnění tohoto cíle nezbytná. Vzhledem k uvedeným faktům nejde při dosahování těsnosti jen o formální záležitost vhodnou pro pasivní domy, ale značnou částí se podílí na celkové kvalitě a životnosti objektů.

Doporučená a použitá literatura a normy

- 1 FEIST, W.: *Lufdichte Projektierung von Passivhäusern*, CEPHEUS – Projektinformation Nr. 7, Fachinformation PHI-1999/6, Passivhaus Institut, Darmstadt, 1999
- 2 TNI 73 0329 Požadavky na celkovou vzduchotěsnost nízkoenergetických a pasivních rodinných domů
- 3 ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, revize 2011
- 4 NOVÁK, J.: *Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov*, Grada, 2008
- 5 SMOLA J.: *Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů*, Grada 2011



poradna@pasivnidomy.cz | +420 773 071 444 | www.pasivnidomy.cz

finanční podpora

Vydalo: Centrum pasivního domu
Údolní 33, 602 00 Brno
Autor textů: Juraj Hazucha
Fotografie: Centrum pasivního domu,
Aleš Brotánek, Jiří Novák,
Stanislav Paleček, Josef Smola, Illbruck
© 2013 Centrum pasivního domu



Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu podpory úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2012 – Program EFEKT.



a Mgr. Stanislava Palečka