

KVALITA VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

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.

Kvalitní vzduch je nezbytný!

Asi každý z nás pozná chvíle, kdy se v místnosti už nedá vydržet. Někdy kvůli vydýchanému vzduchu, až máme pocit, že usínáme, jindy kvůli pachům, suchému vzduchu nebo nevyhovující teplotě. Všechny tyto faktory ovlivňují kvalitu našeho života, vytvářejí rušivé podněty či přímo způsobují zdravotní potíže.

Pasivní dům poskytuje vysoký teplotní komfort a o kvalitní vnitřní prostředí v něm pečuje systém řízeného větrání s rekuperací tepla. Mnohdy se však na tento systém hledí jen z úhlu energetických zisků a z toho vycházející návratnosti systému. Proč kvalita vnitřního prostředí není vnímána jako faktor ovlivňující spokojenost, výkonnost i zdraví uživatelů, přestože se v konečném důsledku rovněž projevuje ekonomicky, i když nepřímo? Existuje více studií přímého vlivu kvality vnitřního prostředí na výkonnost. Že jde o nezanedbatelná čísla, svědčí například studie [6] prováděná v USA. Při výzkumu se zvýšila kvalita vzduchu o 40 % a zvýšená výkonnost zaměstnanců o 5 % způsobila roční úspory přes 1000 \$ na osobu. Nutno podotknout, že odhady těchto úspor nezahrnují zisky ze snížených nákladů na zdravotní péči a sníženou absenci na pracovišti z důvodu zdravotních problémů. Návratnost investic do zlepšení vnitřního prostředí by pak činila méně než 2 roky.

V obytných budovách se projevuje navýšení kvality vnitřního prostředí obdobně. Mnohdy běžné bolesti hlavy, únava nebo zhoršený spánek mají původ ve zvýšené koncentraci CO_2 , způsobené nedostatečným větráním. Nevhodná relativní vlhkost vzduchu (příliš suchý nebo příliš vlhký vzduch) má zase za následek vysoušení sliznic, negativní vliv na dýchací cesty nebo zvýšenou tvorbu mikroorganismů a plísní.



Obr. 1 Nejen příjemná teplota vytváří kvalitní vnitřní prostředí pasivních domů. Dostatečné množství čerstvého vzduchu, optimální vlhkost a další faktory také napomáhají vytvoření pocitu pohodlí, komfortu a zdravého vnitřního prostředí.

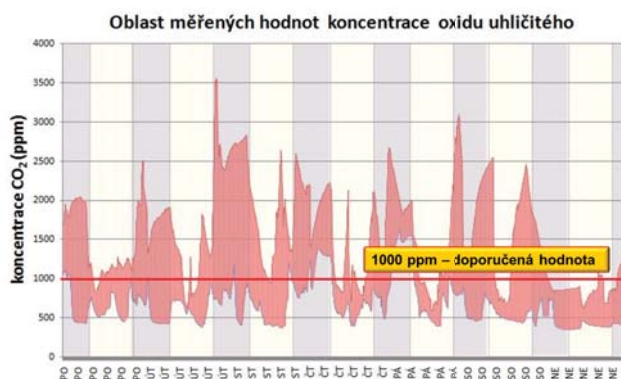
Větrání s rekuperací tepla eliminuje teplotní rozdíly vznikající při větrání okny a dodává hygienicky potřebné množství čerstvého vzduchu o pokojové teplotě. Pachy a škodliviny jsou účinně odvětrávány a díky filtrům se výrazně snižuje prašnost. Alergici zase ocení možnost filtrace pylu v kritickém období. Systém odvádí přebytečnou vlhkost z problematických míst (koupelna, kuchyně), čímž v těchto místnostech zabraňuje možnému vzniku plísní. Nedochází ani k nadměrnému vysoušení vzduchu přílišným větráním, protože vyměňováno je jen minimální potřebné množství vzduchu.

Čím je typické vnitřní mikroklima pasivních domů?

- neustále čerstvý a nevydýchaný vzduch
- minimální rozdíly teplot, bez pocitu průvanu
- optimální vlhkost vzduchu
- omezená prašnost díky filtraci vzduchu
- snížená hlukost oproti větrání okny

VĚTRÁME DOSTATEČNĚ?

Přirozené větrání infiltrací u budov je vlivem těsných oken a celkově utěsněných konstrukcí radikálně omezeno a větrá se nedostatečně. Je paradoxní, že kvalita vnitřního prostředí je po provedení nekomplexních rekonstrukcí horší než v původním stavu. Zejména u objektů s vyšší obsazeností, jako jsou i školy a školky, pak výrazně stoupá koncentrace oxidu uhličitého a stejně tak i dalších škodlivin. Větrání okny je nedostatečné a běžné novostavby se potýkají se stejnými problémy.



Obr. 2 Větrání okny – měření koncentrace CO_2 v bytě panelového domu. Jak je vidět, při větrání okny se kvalitního vnitřního prostředí dosahuje opravdu obtížně. (Zdroj Ekowatt)

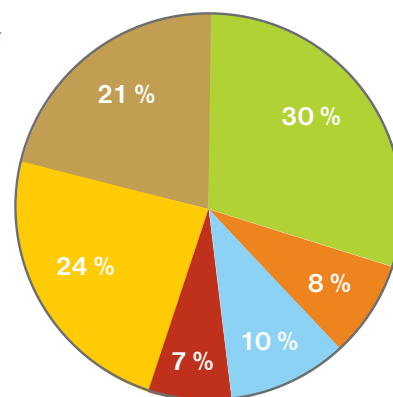
Při rekonstrukcích má rozhodný vliv na zhoršení kvality vnitřního prostředí míra neprůvzdušnosti objektu. U starších objektů, které jsou obvykle „déravé“, výrazný problém s větráním nebývá. Dům je provětráván samovolně, což se výrazně projevuje zejména na komfortu a peněžence uživatelů. U modernizovaných objektů i novostaveb se výměnou oken výrazně snižuje spárová průvzdušnost. S pohledu energetického i stavebně technického je to v pořádku. Přirozená výměna vzduchu však výrazně klesá na hodnoty naprosto nevyhovující z hygienických hledisek. Při neměnné produkci vodních par do interiéru, u průměrné rodiny až 10 l/den, může docházet na ochlazených místech ke kondenzaci vlhkosti a výskytu plísní s výrazně negativními důsledky pro lidské zdraví. To souvisí hlavně s nedostatečným zateplením či nedůsledně řešenými tepelnými mosty v kombinaci s nedostatečným větráním. To není případ pasivních domů, kde jsou všechny tepelné mosty pečlivě řešeny stejně tak jako systém větrání. Proto nejen u všech novostaveb, ale i u komplexně rekonstruovaných objektů je přímo nutností použít řízené větrání s rekuperací tepla.

HODNOCENÍ KVALITY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Cílem, a to nejen u pasivních domů, je vytvoření výjimečné kvality vnitřního prostředí a maximálního komfortu uživatelů. Ne všechny složky jsou vnímány stejně významně, jak dokládá obr. 3, ve výsledku však jde o kombinaci všech složek.

Složky vnitřního prostředí

- tepelně-vlhkostní
- oděrová
- toxická
- aerosolová
- světelná
- akustická



Obr. 3 Vnímanou kvalitou vnitřního prostředí ovlivňuje více faktorů. Mezi nejvýznamnější určitě patří teplo, vlhkost vzduchu, světelná a akustická pohoda. V pasivních domech je snaha o docílení nanejvýš kvalitního vnitřního prostředí a žádná z těchto složek by neměla být opomíjena.

TEPLOTA A VLHKOST

Teplota a vlhkost patří k nejdůležitějším složkám pro zajištění kvalitního vnitřního prostředí z hlediska zdraví a spokojenosti lidí, ale i ve vztahu k životnosti stavebních materiálů, budov, technologií, atd. Způsob vnímání tepla je složitější a závisí na mnoha faktorech, jako je pohyb vzduchu, oblečení, činnost a jiné. Zjednodušeně se dá popsat pomocí tzv. operativní (výsledné či globe) teploty vzduchu t_o , která vyjadřuje pocit tělesné pohody a vychází z průměru teploty vzduchu t_v v obývaném prostoru a střední teploty povrchů t_p , které tento prostor obklopují: $18 \div 20 = t_o = 0,5 (t_v + t_p)$

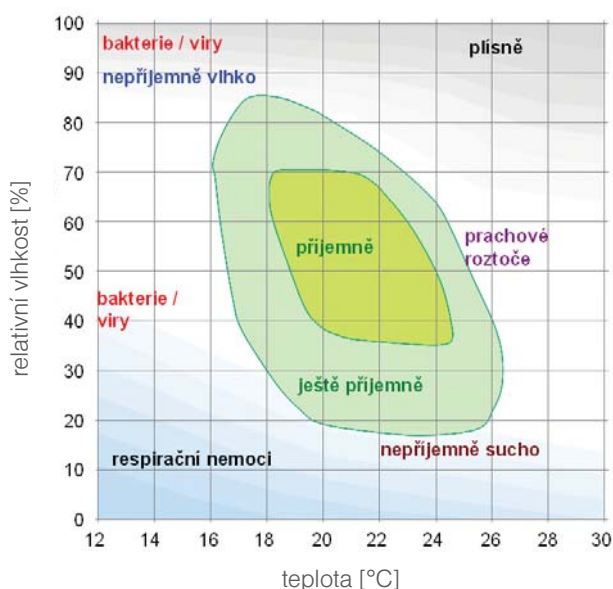
Další doporučené hodnoty pro obytné stavby:

parametry	topné období	letní období
operativní (výsledná) teplota vzduchu t_o [°C]	18–24	20–28
rychlost proudění vzduchu w_a [m/s]	$\leq 0,1$	0,1–0,2
rozdíl teplot ve výši 1,7 a 0,1 m [°C]	≤ 3	≤ 3
relativní vlhkost vzduchu rh_i [%]	40–60	40–60
teplota podlahy t_p [°C]	19–28	–

U pasivních domů jsou díky kvalitní izolaci obvodových stěn povrchové teploty stěn téměř shodné s teplotou vzduchu. Rozdíl teplot v různé výšce eliminuje také větrací systém, který pomalu provětrává místnosti. Při použití kvalitního zasklení pak není nutné ani zbytečně zvyšovat teplotu vzduchu nad 20°C.

Zajistit optimální teplotu budov nebývá složité. Mnohem větší problémy se však vyskytují při dosahování vyhovující relativní vlhkosti.

Relativní vlhkost vzduchu totiž může v nevětraném prostoru dosahovat 80 % i více, což může vést až ke vzniku plísní s nebezpečnými zárodky patogenních spór. Důsledkem je pak zvýšená nemocnost obyvatel, časté nevolnosti, alergie, záněty průdušek, dýchací potíže, bolesti kloubů a nervové potíže. Výrazně suchý vzduch s relativní vlhkostí nižší než 30 % zase způsobuje nepříjemné vysychání sliznic dýchacích cest, což je spojeno také se zvýšeným rizikem nemocí z nachlazení. Lidé si pak často stěžují na suchou a svědící pokožku.



Obr. 3 Diagram vlivu teploty a relativní vlhkosti na komfort a případná rizika zhoršení kvality vnitřního prostředí.

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující relativní vlhkost vzduchu patří vnitřní produkce vodních par a výměna vzduchu – intenzita větrání. Hlavní zdroje vlhkosti v budovách jsou uvedeny v tabulce:

zdroj vlhkosti	produkce vodní páry
metabolismus člověka	50–250 g/hod/os (podle druhu činnosti)
koupelny	700–2500 g/hod
kuchyně	600–1500 g/hod
sušení prádla	200–500 g/hod/5 kg
pokoje rostliny – 20 ks	500–1000 g/den

Příliš vlhký vzduch

V některých případech dosahuje celková denní produkce vodní páry až více než 10 kg na jeden byt. Nárazové zvýšení vlhkosti může být pohlceno stavebními materiály a postupně odvětráno vzduchotechnickým systémem, případně odvedeno větráním okny. Je-li větrání omezeno, výměna vzduchu je menší než 0,1 h⁻¹ a relativní vlhkost vzduchu snadno stoupá nad 80 %. V těsných prostorech, jakými je již většina novostaveb, může takový případ běžně nastat.

Příliš suchý vzduch

Opačný případ nastává, je-li výměna vzduchu vysoká. Zejména při nízkých venkovních teplotách má venkovní vzduch menší celkový obsah vody. V praxi to znamená, že když venkovní vzduch ohřejeme z -10 °C na 20 °C, jeho relativní vlhkost klesne pod 15 %. To vysvětluje, proč nadměrné větrání může vést k vysušování vnitřního vzduchu, které je nejmarkantnější v zimním období při velmi nízkých venkovních teplotách.



Obr. 4 Vnitřní vlhkost regulují i hydroakumulační plochy např. ve formě přízdivek z nepálených cihel. Díky vysokému obsahu jílů a jeho sorpční schopnosti jsou schopny přijímat značné množství vlhkosti v době její produkce a zpětně ji se zpožděním uvolňovat. Dochází tím přirozeně k regulaci vlhkosti v interiéru. (Foto Slavona)

Mnohdy je snížení relativní vlhkosti považováno za „problém větrací jednotky“. Tato skutečnost je však ve většině případů způsobena přílišnou výměnou vzduchu, a to zejména chybným nastavením větracího systému. V minulosti byla doporučována spíše větší výměna vzduchu 0,5 až 0,8 h⁻¹, aby se zabránilo kondenzaci vlhkosti na chladnějších místech a následnému vzniku plísní. Tato rizika u pasivních domů nehrozí. Díky vysokým povrchovým teplotám konstrukcí nedochází ke kondenzaci ani při relativní vlhkosti 65 %. Při obvyklých zdrojích vlhkosti v bytech je třeba dimenzovat objemový proud čerstvého vzduchu na 20 až 30 m³ na osobu za hodinu. Tím se i v zimě udržuje relativní vlhkost vnitřního vzduchu v domě v příjemném rozsahu.

Pouze v extrémních případech se zvláště nízkou obsazeností obytné plochy (velký dům nebo byt s malým počtem obyvatel), a tím i nižším přirozeným zvlhčováním vnitřního vzduchu se vlhkost vzduchu v místnostech příliš snižuje už při pouhé hygienicky nezbytné výměně vzduchu 0,25–0,3 h⁻¹. V těchto případech mohou pomoci přídavné zdroje vlhkosti v obytných místnostech (květiny, fontánka apod.), nebo zvlhčovače vzduchu. Jinak obecně platí rada udržovat byty pokud možno bez prachu, častěji luxovat vysavačem s filtrem na jemný prach, abychom vzduch nepociťovali jako „příliš suchý“. Další možností, jak udržet správnou hladinu vlhkosti vzduchu, jsou speciální rekuperační výměníky se zpětným získáním vlhkosti. Membránou výměníku prochází vlhkost podobně jako sportovními oděvy propustnými pro vodní páry, které transportují tělesnou vlhkost zevnitř ven. Přirozeně se zde udržuje optimální vlhkost, ale pachy a mikroorganismy kvůli většímu rozměru molekul membránou neprocházejí. Rovněž vysoký obsah soli v membráně zabraňuje množení mikroorganismů.

Obr. 5 Větrací jednotka se zpětným získkem vlhkosti. Díky speciální membráně zajišťuje optimální vlhkost vzduchu bez porušení hygienické kvality vzduchu.
(Zdroj Paul Rekuperace)



MIKROBI

Vážným problémem se dnes stávají alergické syndromy způsobené sporami různých druhů, plísněmi a pylovými částicemi. Hlavními nositeli mikroorganismů jsou kapalné aerosoly a pevné aerosoly (prachy). Ve filtrech vzduchotechniky se zachycují především prachové částice, ale i všechny druhy mikroorganismů, které se při silném zašpinění mohou zpětně dostávat do nasávaného vzduchu. Je proto důležitá pravidelná kontrola a výměna filtrů v závislosti na druhu prostředí. Výměna filtrů by měla být pravidelná alespoň 2x ročně v městských aglomeracích až 4x ročně, a to nejen v případě silného mechanického znečištění.

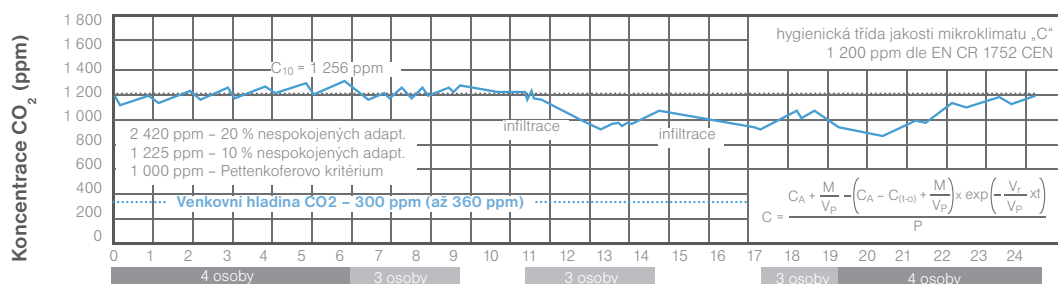
Rozvody vzduchu by měly být navrhovány také s ohledem na snadnou čistitelnost. Ohebné hadice s harmonikovým vnitřkem, tzv. sonoflexy, jsou z tohoto pohledu nevhodné. Mnohem vhodnější jsou rozvody pevné nebo textilní, které umožňují potřebnou čistitelnost.

Dosud nejúčinnějším způsobem, jak snížit mikrobiální koncentraci v budovách, je dokonalé větrání s přívodem kvalitního venkovního vzduchu. Dále lze výhodně použít deodorizaci vzduchu proti hmyzu jako přenašeči mikrobů rozprašováním slabého roztoku oleje z himalájského cedru, antibakteriálně působí také další éterické oleje (např. myrha, eukalyptus, citrus, santalové dřevo).



Obr. 6 Problémy způsobené nedostatečným větráním mohou mít neblahé účinky nejen na konstrukce domu, ale i na jeho uživatele. Roztoči, plísně a další mikrobi způsobují alergie a zvýšenou nemocnost obyvatel.
(Zdroj Atrea)

Obr. 7 Ukázka průběhu koncentrace CO₂ v rodinném domě s běžným obsazením prostor. Optimální kvalitu vzduchu nabízí regulace na základě CO₂ čidel, která mimo jiné také redukuje tepelné ztráty větráním.
(Zdroj Atrea)



PRAŠNOST

Domovní prach, zvláště biologické částice s velikostí pod 1 mikrometr, jsou hlavní příčinou postižení astmatem. Zahřívání vzduchu nad 55 °C způsobuje rozpad prachových částic a u teplovzdušného vytápění nesmí být tato hodnota překračována. Značný vliv na prašnost může mít i použitý stupeň filtrace. Za vyhovující se považuje stupeň F7. Prachové částice o velikosti 1 mikrometru jsou zachycovány u filtrů G4 s účinností 6 %, u filtrů F7 s účinností až 87 %. Důležitá je i pravidelná kontrola kanálů a výměna prachových filtrů alespoň dvakrát ročně.

VŮŇ A ZÁPACHY

Vůně a zápachy nebo i další plyny, nacházející se v ovzduší, jsou nazývány odéry. Mimo běžné odéry spojené s lidskou činností jako kouření, příprava jídel apod. se dnes vyskytují v interiérech i další jako styreny, formaldehydy, organická rozpouštědla, ftaláty a jiné. Mnoho z nich je obsaženo ve vnitřním vybavení, nábytku, textiliích, stavebních hmotách nebo i v elektronice ve formě retardérů hoření. Většina z nich má prokazatelně karcinogenní účinky a jejich účinné odvětrávání je pro kvalitu vnitřního prostředí zásadní. Kromě větrání můžeme jejich obsah ovlivnit výběrem nezávadných materiálů a vnitřního vybavení.

Pro indikaci kvality vnitřního prostředí se nejčastěji používá měření koncentrace oxidu uhličitého (CO₂), který je jednoduše měřitelný. V místech s pobytem osob stoupá koncentrace CO₂ společně s ostatními škodlivinami. Jako kritérium se udává hodnota koncentrace 0,10 % = 1000 ppm CO₂ (tzv. Pettenkoferovo kritérium). Závazná hraniční koncentrace CO₂ ve vnitřním vzduchu je 1500 ppm, předepsaná vyhláškou č. 268/2009Sb. o technických požadavcích na stavby. V ložnici běžného domu nebo bytu bez řízeného větrání však koncentrace CO₂ nad 2500 ppm není žádnou zvláštností. Zejména u objektů s vyšší obsazeností – školy, kanceláře je časté překračování koncentrace CO₂ i několikanásobně oproti doporučeným hodnotám. Výsledkem je slabší okysličování mozku a s tím spojená únava, snížená koncentrace, produktivita a v extrémních případech i ohrožení zdraví jedinců.

Zásadním způsobem lze kvalitu odérového mikroklimatu v budovách ovlivnit jejich dostatečným větráním. Normy udávají hodnotu potřebné výměny 25 m³/hod čerstvého venkovního vzduchu na osobu pro odvedení běžných tělesných pachů. Kvalitní regulace pomocí CO₂ čidel může pomoci snížit objem větraného vzduchu a současně zabezpečit požadovanou kvalitu vzduchu. Některé okrasné, trvale rostoucí pokojové rostliny mohou také přispět ke snížení hladiny odérů v interiéru od acetonu, benzenu, CO₂ a formaldehydu. Jde především o filodendron, azalku, lilii, dieffenbachii, dračinec atd.



Pravidelná výměna filtrů 2 až 4 krát ročně má zásadní vliv na udržení nízké prašnosti v rozvodech i samotném rekuperačním výměníku.

TOXICKÉ PLYNY

Mezi toxické plyny, které ohrožují naše zdraví, patří zejména oxidy síry SO_x , oxidy dusíku NO_x , oxid uhelnatý CO , ozón O_3 , smog, formaldehyd atd. V interiéru budov je zdravotně nejzávažnějším plynem oxid uhelnatý CO vznikající při nedokonalém spalování fosilních paliv, které je způsobeno nevyhovujícím přívodem vzduchu, špatným odtahem, únikem svítiplynu a kouřením. Při dlouhodobém vystavení tomuto plynu může dojít až k chronické otravě s poruchami paměti a psychiky. Obdobně vzniká ve špatně nebo cirkulačně větraných kuchyních s plynovými sporáky zvýšená až dvojnásobná koncentrace oxidu dusíku NO_2 . Oxid dusičitý má přitom prokazatelně karcinogenní účinky. Formaldehyd ve větších koncentracích způsobuje, jak je známo, dráždění očí a sliznic, současně je i alergenem a potenciálním karcinogenem. Alarmující je, že i po 15 letech převyšují koncentrace formaldehydu v objektech typu OKÁL stavěných z dřevotřískových obkladů přípustné dlouhodobé limitní hodnoty. Ekonomicky i technicky nejpríjemnějším řešením pro odstranění toxických plynů zůstává stále větrání, případně náročnější filtrace aktivním uhlím či ionizace vzduchu.

Řešení radonové zátěže – řízené větrání

Radon je plyn, který má při krátkodobém působení léčivé účinky. Bohužel při dlouhodobém působení je plynem nebezpečným a zdraví škodlivým. Je to radioaktivní nuklid a produkt jeho přeměny, radioaktivní polonium, je původcem rakovinných onemocnění, zejména rakoviny plic. Radon přirozeně uniká z prostředí s vyšší hustotou (podloží) do prostředí vzduchu. Pokud je unikajícímu radonu postavena překážka, např. základová deska, začne se radon v těchto místech hromadit. K průniku do objektu mu stačí několik prasklin v podlaze nebo základové desce, proto je bezpochyby nutná kvalitně provedená hydroizolace s utěsněním všech prostupů. Účinné řešení radonové zátěže poskytuje řízené větrání, které by mělo běžet v přetlakovém režimu, abychom se vyhnuli nasávání radonu. Při použití vzduchového zemního výměníku tepla je zásadní těsnost potrubí, kde by v případě poruchy mohl být radon nasáván přímo do domu.

AKUSTICKÁ SLOŽKA VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Akustickou pohodu ve vnitřním prostředí budovy ovlivňují vnější a vnitřní zdroje hluku. Proti jejich působení nás chrání konstrukce budovy. Schopnost konstrukce tlumit hluk nazýváme buď vzduchovou neprůzvučností nebo kročejovou neprůzvučností, podle toho, jestli tlumí zvuk vyzařovaný do vzduchu (např. hlas, hudba apod.) nebo zvuk vznikající kontaktem předmětů s konstrukcí (nejčastěji s podlahou - např. chůze, pád předmětů, posouvání nábytku apod.). Hluk nejlépe tlumí masivní, hmotné konstrukce, ale ani v dřevostavbách není třeba mít z hluku obavy, protože vhodně zvolenou lehkou konstrukcí lze dosáhnout srovnatelných výsledků. Sádrolátknitě nebo sádkartonové desky s vyšším akustickým útlumem, dřevovláknité izolace, podlahové desky na útlum kročejového hluku případně vnitřní omítky, zděné příčky či těžké podlahy (anhydrid, beton apod.), to vše napomáhá kvalitním zvukově izolačním vlastnostem nejen u pasivních dřevostaveb.

Eliminaci pronikání vnějšího hluku do vnitřního prostředí u pasivních domů napomáhá z velké části také nucené větrání, které v topném období zásobuje interiér čerstvým vzduchem bez potřeby otevírání oken. Mezi zdroje vnitřního hluku však patří i vzduchotechnická jednotka, proto by výběr měla ovlivnit i její hlučnost. Hraniční hodnoty akustického tlaku v obytných místnostech jsou $< 25 \text{ dB}$ a v technické místnosti $< 35 \text{ dB}$. Velice důležité je také umístění větrací jednotky, lépe co nejdále od ložnic, a návrh rozvodů s použitím tlumičů hluku od jednotky a také proti telefonickému přenosu hluku mezi místnostmi.



Obr. 8 Velké prosklené plochy mohou kromě kvalitního prosvětlení interiéru s sebou nést i nepříjemné přehřívání v letním horku. Jejich velikost je potřeba důkladně zvážit, stejně jako jejich účinné stínění. V našich klimatických podmínkách se osvědčilo spíše skromnější prosklení, které optimalizuje tepelné ztráty v zimě a zisky v létě.

SVĚTELNÁ SLOŽKA VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Světlo nejen zásadně ovlivňuje podmínky zrakového vnímání, ale významnou měrou přispívá i k vytváření celkové duševní pohody lidí. Kvalitní osvětlení zvyšuje produktivitu práce, u obytných prostorů zase přispívá k podstatně rychlejší a dokonalejší psychické a fyzické regeneraci organismu. Nesprávně osvětlené prostory při práci naopak způsobují zrakovou i celkovou únavu, kterou organismus signalizuje jako přetížení. Po určité době se pak obvykle dostavuje pálení očí, bolest hlavy a další obtíže. Optimální návrh osvětlení se snaží spojit co nejlepší prosvětlení prostorů přirozeným osvětlením a současně zabránit přehřívání interiéru. Spojení těchto protichůdných požadavků je mnohdy problematické a je nutné se tím zejména u větších nebytových objektů detailně zabývat. Většinou se k tomuto účelu využívá speciální software pro optimalizaci osvětlení, který simuluje i tepelné chování objektu.

Velké prosklené plochy jsou uživatelsky velice příjemné a umožňují perfektní prosvětlení prostor. Na straně druhé bez kvalitního a mnohdy i automatizovaného stínění často dochází k nežádoucímu přehřívání interiéru v letním období, takže velikost oken je potřeba navrhovat s ohledem na velikosti nutné pro kvalitní prosvětlení interiéru. Doporučená velikost prosklení bez stínění by neměla přesahovat 1/6, maximálně však 1/4 obytné plochy místnosti. Tepelné chování objektu je pak vyrovnanější jak v zimě, tak i v létě.

ZÁVĚR

Vytvoření kvalitního vnitřního mikroklimatu je rozhodně oblast, kterou je nutné se podrobně zabývat. Pasivní domy mají výhodu oproti běžným domům díky vynikajícím tepelně-izolačním vlastnostem konstrukcí a účinnému nucenému větrání. Optimalizovaný návrh založený na zkušenostech a precizní provedení uživatelům zabezpečí vynikající kvalitu vnitřního prostředí a nebývalý komfort, což mimochodem potvrzuje většina spokojených uživatelů pasivních domů.



Doporučená a použitá literatura a normy

- 1 MORÁVEK, P.: *Mikroklima pasivních domů*, Sborník z konference Pasivní domy 2006, Centrum pasivního domu, Brno, 2006
- 2 PAUL, E.: *Větrací jednotka s přenosem vlhkosti – bez rotujících dílů!*, Sborník z konference Pasivní domy 2006, Centrum pasivního domu, Brno, 2006
- 3 GÜNTHER, G., RUBINOVÁ, O., HORKÁ, H.: *Vzduchotechnika*, ERA, Brno, 2005
- 4 FEIST, W.: *Protokollband Nr.23 – Einfluss der Lüftungsstrategie auf die Schadstoffkonzentration und –ausbreitung im Raum*, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2003
- 5 JOKL, M.: *Zdravé obytné a pracovní prostředí*, Academia, Praha, 2002
- 6 WARGOCKI, P.: *Jsou investice do vysoké kvality vzduchu ve vnitřním prostředí ekonomicky výhodné?*, 17. mezinárodní konferenci Klimatizace a větrání 2006, překlad z www.tzb-info.cz
- 7 www.atrea.cz
- 8 www.paul-rekuperace.cz



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: Jan Bárta, Atea,
Passivhaus Institut, Michal Navrátil,
Paul Wärmerückgewinnung
© 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.

