

# Dom a Byt<sup>®</sup>

časopis  
o stavebníctve  
a kultúre bývania

**9/2005**

ročnik XI.

45 Sk/Kč

predplatitelia 39 Sk

[www.domabyt.sk](http://www.domabyt.sk)

[www.antar.sk](http://www.antar.sk)

# Správne vetranie !!!

Niekoľko osvetových článkov, ktoré sme na túto tému už uverejnili, sa pokúsilo problematiku „vnútornej klímy“ objasniť. Sme si vedomí, že napísať populárne o fenoméne „kazenia si svojho vzduchu“ nie je ľahké. Preto sme znovu požiadali odborníkov, aby nám odpovedali na naše otázky. Tentoraz je to Ing. Petr Morávek, CSc., zo spoločnosti Atrea SK.

**Otázka č. 1: Zmena spôsobu pozerania sa na energiu priniesla aj zmeny prístupov k výstavbe obytných budov. Zlepšujú sa tepelnoizolačné vlastnosti stien a okien. Vznikajú však problémy s vnútornou klímou – vo veľkom množstve sa objavujú plesne. Keď dopytujúci sa čitateľom položíme otázku, či majú v byte vlhko, odpoveď spravidla znie, že majú taký pocit... vlhkomer však nemajú...**

So zabezpečením optimálnych teplôt v budovách už väčšinou nebývajú problémy vďaka reguláciám vykurovacích sústav a zateplovaniu obvodových stien budov. Zložitejšie je však dosiahnuť vyhovujúcu relatívnu vlhkosť, lebo pri správnej vnútornej klíme existuje viacero hľadísk, ktoré si vzájomne odporujú. Napríklad hygienicky odporúčané vlhkosti vzduchu v rozsahu 50 až 60 % síce zabraňujú vysychaniu slizníc, spôsobujú však vznik plesní (napr. rodu *Alternaria Aspergillus*), a to hlavne v chladných a nevetraných rohoch miestností, nadpráziach a osteniach s nebezpečnými zárodkami patogénnych spór. Dôsledkom je potom zvýšená chorobnosť obyvateľov, rôzne nevoľnosti, alergie, zápaly priedušiek apod.

Uvedený problém nadobúda v súčasnosti nebyvalé rozmery pri nezodpovednom utesňovaní okenných škár v celom rozsahu bez alternatívnej náhrady, keď prirodzená výmena vzduchu v bytoch často trvalo klesá až pod  $0,05 \text{ h}^{-1}$ , pričom k výskytu plesní v bytoch dochádza pravidelne už pri ustálených relatívnych vlhkostiach nad 50 %.

V minulosti, pri lokálnom vykurovaní každej miestnosti a odvode spalín do komína, fungovala výmena vzduchu prisávaním škárami okien bez problémov a plesne boli až na malé výnimky úplne neznámym pojmom – a ľudská populácia bola nesporné zdravšia.

Súčasne sa pri vyšších relatívnych vlhkostiach vzduchu nad 60 % zvyšuje až na dvojnásobok percento prežívajúcich mikroorganizmov (napr. *Staphylococcus*, *Streptococcus*) voči výskytu mikroorganizmov pri  $\text{rh} = 30$  až  $40$  %. Pri poklese relatívnej vlhkosti sa naopak znižuje počet roztočov v textiliiach a výskyt následných alergií, ako je napr. astma.

V priemernom byte dosahuje celková produkcia vodnej pary 10 až 15 kg/deň, keď nárazové množstvo vlhkosti pohlcuje sorpcia omietok a postupne sa vyvetrá s väčším či menším efektom pri absencii iných vetracích systémov iba infiltráciou okien cez škáry. Vo viacerých vyspelých krajinách sa pre-

## = zanedbávaný problém

*V nových, ale aj rekonštruovaných bytoch a domoch sa objavujú plesne. Ako je to možné? Čo je príčinou?*



to predpisuje riadené vetranie bytov s rekuperáciou tepla, teda jeho zhromažďovaním na opätovné použitie, a to s intenzitou výmeny  $n = 0,3$  až  $0,5/\text{h}^{-1}$  pri dosiahnutí optimálnej relatívnej vlhkosti  $\text{rh}_{\text{opt}} = 35 - 50$  % v závislosti od ročného obdobia.

Ďalší vážny problém dnes predstavujú aj alergické syndrómy spôsobené spórmi rôznych druhov, plesňami a peľovými časticami. Zvlášť nebezpečné sú baktérie tyčinkové – legionelly, viazané na kvapalnú aerosóly, ktoré môžu spôsobiť až smrteľné zápalové ochorenie pľúc.

Doteraz najúčinnější spôsob, ako možno znížiť mikrobiálnu koncentráciu v budovách, je opäť dokonalé vetranie s prívodom kvalitného vonkajšieho vzduchu.

Ďalšou škodlivinou vo vnútornom prostredí budov sú aerosóly, ktoré sa v ovzduší vyskytujú vo forme buď pevných častíc (prachu), alebo častíc kvapalných (hmly). Pevné aerosóly majú pôvod organický alebo anorganický a sú veľké 0,1 až 100 mikrometrov. V čistom horskom prostredí sa vyskytujú koncentrácie od 0,05 do  $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ , ale v interiéroch škôl dosahujú koncentráciu prachu až  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Domový prach, obzvlášť častice pod 1 mikrometer sú hlavnou príčinou ochorenia na astmu.

Závažným problémom nových stavieb sú aj plyné zložky ovzdušia, vnímané ako vône alebo zápachy. Okrem bežných pachov, ako je dym z fajčenia či para z prípravy jedál, sa dnes v interiéroch vyskytujú aj styreény, formaldehydy, rôzne vône z náterov, všetko faktory, ktoré skôr neboli známe.

Vo vnútornom prostredí pri pobyte ľudí vznikajú hlavne  $\text{CO}_2$  a telesné pachy – antropotoxíny, ktoré sú všeobecne indikátorom kvality vnútorného vzduchu. Ako exaktne merateľná hodnota sa všeobecne udáva koncentrácia 0,10 %  $\text{CO}_2$ , na odstránenie pocitu vydýchaného vzduchu potom 0,07 %  $\text{CO}_2$ .

Pokiaľ ide o telesné vône a pachy, možno zásadným spôsobom kvalitu mikroklimy v budovách o-

vplyvniť iba dostatočným prívodom čerstvého vzduchu. Ako základná a vo svete uznávaná hodnota intenzity vetrania sa uvádza  $25 \text{ m}^3/\text{hod}$  čerstvého vonkajšieho vzduchu na jednu osobu.

V neposlednom rade pôsobia na človeka aj toxické plyny s patologickými účinkami. Charakteristickými sú menovite oxidy síry  $\text{SO}_x$ , oxidy dusíka  $\text{NO}_x$ , oxid uhoľnatý CO, ozón  $\text{O}_3$ , smog, formaldehyd apod.

V interiéri budov je zdravotne najzávažnejším plynom kyslíčnik uhoľnatý CO. Vzniká hlavne nedokonalým spaľovaním fosílnych palív pri nevyhovujúcom prívode vzduchu alebo zlom odsávaní, únikom svietiplynu a kúrením. Pri dlhodobom pôsobení môže dôjsť až k chronickej otrave s poruchami pamäti a psychiky. V zle alebo cirkulačne vetraných kuchyniach s neodvetranými plynovými sporákmi vzniká podobným spôsobom koncentrácia oxidu dusíka – až 50 mikrogramov/ $\text{m}^3$ . Oxid dusičitý má pritom preukázateľne karcinogénne účinky.

Formaldehyd spôsobuje vo vyšších koncentráciách podráždenie očí a slizníc, súčasne je aj alergénom a potenciálnym karcinogénom.

Ekonomicky a technicky najpriateľnejším riešením na odstránenie toxických plynov zostáva stále vetranie, prípadne obtiažna filtrácia aktívnym uhlím či ionizácia vzduchu.

**Otázka č. 2: Fenomén tvorby plesní sa však objavuje aj v „panelákoch“. Čo je príčinou? Ako teda s klímou v bytových domoch?**

Klasické využitie prirodzeného gravitačného vetrania a tým aj chladenia budov dodnes predstavujú vetracie šachty vo vnútri starých nájomných domov – činžiakov, v ktorých vzduch z WC bol odsávaný do rozmernej šachty zohrievanej prenikaním tepla cez steny okolitých bytov.

Podstatne v obmedzenejšej forme pôsobí gravitačný vztlak aj po výške okien na každom podlaží. Približne hornou polovicou okenných škár preniká vnútorne teplejší vzduch z miestností von a nao-

pak, dolnou časťou okien čerstvý vzduch v závislosti od tesnosti škár preniká dovnútra. V prípade novších výškových budov, napríklad už 6-podlažných, dochádza však k už nepríjemnému úkazu, keď centrálné otvorené schodište alebo neutesnené výťahové a inštaláčne chodbové šachty vytvárajú „vnútorný komín“, ktorý odsáva vzduch cez škáry dvier v spodných bytoch a naopak tlačí vzduch do horných bytov.

Výsledkom je značné infiltračné prechladzovanie bytov na najnižších poschodiach a hygienicky celkom nevhodné vetranie horných bytov vzduchom zo schodišťa. Viaceré výskumy potvrdili vyššiu chorobnosť obyvateľov práve na najvyšších podlažiach. Riešením je, samozrejme, dokonalé utesnenie škár dverí z bytu na schodište.

Gravitačné vetranie v letnom období väčšinou zlyháva pri opačných gradientoch teplôt vnútorného a vonkajšieho vzduchu, keď otváranie a hlavne vyklápanie okien na oslnených fasádach situáciu ešte zhorší, lebo vrstva horúceho vzduchu prúdiaca tesne pozdĺž fasády smerom nahor sa dostáva priamo do bytov.

Systémy núteného vetrania naproti tomu zabezpečujú nútený prívod a súčasne nútený odvod vzduchu z vnútorných priestorov budov výhradne pomocou mechanických strojových zariadení, najčastejšie ventilátorov.

Celkové vetranie sa dnes používa už univerzálne, hlavne pri vyrovnannej bilancii množstva privádzaného a odvádzaného vzduchu. Vytvára to ideálnu možnosť spätného získavania tepla z odvádzaného vzduchu na predhriatie vzduchu privádzaného s účinnosťou 60 až 90 %. Tým možno často celkom vylúčiť nutnosť ďalšieho dohriatia privádzaného vzduchu, lebo sa zároveň využívajú aj všetky tepelné zisky v budovách z metabolizmu osôb, osvetlenia, technológie apod. Navyše to umožňuje dokonalú filtráciu privádzaného prípadne cirkulovaného vzduchu na špeciálnych tkanivových resp. aj elektrostatických filtroch zachycujúcich mikročastice veľké 1 až 3 mikróny s účinnosťou 95 až 99 %. Zásadnou výhodou je ľahká automatická regulácia výkonu podľa momentálnych požiadaviek (napr. podľa počtu osôb v priestore) na základe vyhodnotenia údajov snímačov vlhkosti, plyných zložiek v ovzduší vrátane kyslíčnika uhlíčitého alebo snímačov pohybu osôb. Ruka v ruke s uvedenou reguláciou je aj možnosť úplnej hermetizácie (utesnenia) okien v budove, čím sa celkom vylúči nežiaduca infiltračia prachu a výrazne zníži prenos hluku z ulíc do vnútorného prostredia budov.

Systémy kombinovaného vetrania v bytovej výstavbe sa používajú predovšetkým pri nútenom odsatí s prirodzeným prívodom vzduchu

škárami okien (napr. odsávaní sociálnych zariadení, odsávaní v kuchyniach apod).

Tieto systémy zároveň prevetrávajú obytné miestnosti – ale iba za predpokladu neutesnených okenných škár, čo u dnešných supertesných okien už vôbec nie je pravda. Tým sa stávajú odsávacie ventilátory sociálnych zariadení a kuchynských digestorov úplne neúčinné, takže dostatočne nevyvetrávajú WC či kúpeľne, ale nemôžu ani zabezpečiť prívod čerstvého vzduchu do obytných miestností!

Výrobcovia okien riešia tento problém inštalovaním 4. polohy krídiel (s mikroventiláciou), ale tým sa celkom znehodnocuje proklamovaná „úspora tepelnej energie tesnými oknami“.

Systémy prírodných podlahových štrbín v okenných krídlach, parapetoch, prípadne automaticky regulovaných podľa relatívnej vlhkosti, vracajú problém späť k netesným okenným škáram s problémami nepohody pri intenzívnom prívode chladného vzduchu lokálne priamo do pobytovej zóny obytných miestností a následnými sťažnosťami užívateľov na studené ťahy vzduchu. Zásadnou nevýhodou týchto systémov je vylúčenie inštalácie rekuperačných zariadení.

**Otázka č. 3: Je zrejme, že pri dnešnom trende výstavby sa bez technických prostriedkov, ako je klimatizácia či umelá ventilácia, nezaobídeme. Čo je výhodnejšie?**

V západnej Európe sa na vetranie budov uplatňujú systémy núteného vetrania s vysoko účinnou rekuperačiou tepla ako celkom štandardné a energeticky najúčinnnejšie riešenie. Tieto systémy zabezpečujú riadené vetranie pre rodinné domy ako aj viacpodlažné bytové domy. Zároveň s predhriatím čistého vzduchu v zimných mesiacoch je možné využitím toho istého technického zariadenia v letnom období vzduch ochladiť, lebo súčasný trend rekuperačných jednotiek už v ich konštrukciách ráta s tým, aby sa využili všetky energetické zisky. Je samozrejme, že systém mu-

sí byť navrhnutý ako delený pre obytné miestnosti, spálne a samostatne pre WC a kúpeľne.

Nízkoenergetické domy (NERD) sa dopĺňujú základnou vykurovacou sústavou (telesá ÚK, podlahové kúrenie apod.). Pre pasívne domy (EPD) bez základnej vykurovacej sústavy postačuje iba dohriatie privádzaného vzduchu potrubným ohrievačom, prípadne v kombinácii s kozubovou vložkou alebo iným zdrojom; výhodné je, keď je to s cirkulačným okruhom, ktorý zabraňuje extrémnemu zníženiu relatívnej vlhkosti v zimnom období.

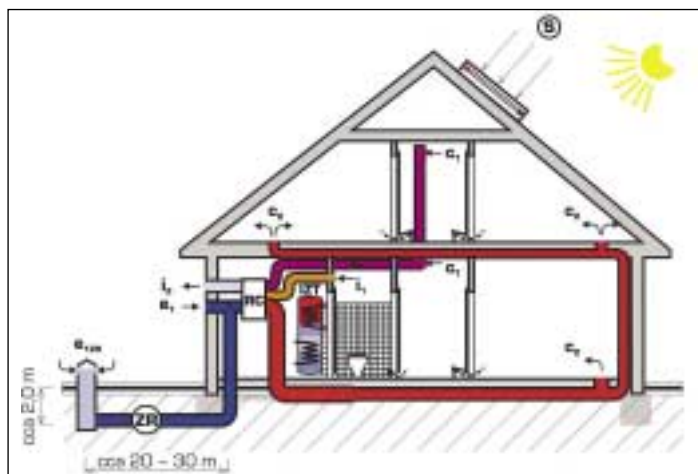
Vetracia jednotka s rekuperačiou sa umiestňuje výhodne pod stropom WC, technickej miestnosti apod. Alternatívne možno jednotku inštalovať na pôjde alebo v nástennej polohe v technickej miestnosti, šatni apod.

Rozvody čerstvého vzduchu sa inštalujú buď ako kanálové, uložené v tepelno-izolačnej vrstve podlahy, s vyústením cez podlahové výstky s reguláciou, alebo s rozvodmi pod stropným podhľadom z kruhového potrubia (pozink., PVC) s tanierovými výstykami. Pre rekonštrukciu sa umiestňujú rozvody rohové podstropné z kruhového potrubia (pozink., PVC, akustické tlmiče) so zakrytím sadrokartónom, s tryskovými výstykami pod stropom.

Znečistený vzduch zo sociálnych zariadení je odvádzaný kruhovým potrubím 100 - 160 mm pod stropom v zákryte alebo pod podhľadom s ukončením tanierovými ventilmi s reguláciou.

Z obytných miestností je vzduch odvádzaný štrbi-

**Pôdorysná schéma podlahových a podstropných rozvodov teplotvzdušného vykurovania v rodinnom dome.**



- c<sub>2</sub>** cirkulačný a čerstvý vzduch do obytných miestností
- e<sub>1ZR</sub>** vonkajší vzduch privádzaný zemným potrubím
- i<sub>1</sub>** odpadový vzduch z WC, kúpeľne, kuchyne
- c<sub>1</sub>** cirkulačný vzduch z miestností do VZT jednotky
- i<sub>2</sub>** výfuk odpadového vzduchu po rekuperačii
- RC** vykurovacia a vetracia jednotka DUPLEX RD
- IZT** integrovaný zásobník tepla IZT (alternatívne)
- ZR** zemné potrubie (alternatívne)
- S** solárne vodné kolektory (alternatívne)

nami pod dverami bez prahov (6 až 8 mm) do predsiene a pod dverami nasávaný do sociálnych zariadení (WC, kúpeľňa).

Odsávacie digestory nad sporákmi sa riešia výhodne ako cirkulačné s uhlíkovými filtrami pre zachytenie pachov s nastaviteľným výkonom 150 až 450 m<sup>3</sup>/hod.

Prívod čerstvého a výfuk odpadového vzduchu sa bežne realizuje cez protidažďové žalúzie vo fasáde domov, v prípade viacpodlažných budov centrálnymi stúpačkami cez uzatváracie a požiarné klapky.

Prívod čerstvého vzduchu do jednotlivých obytných miestností sa dimenzuje na 30 až 45 m<sup>3</sup>/h (podľa predpokladaného obsadenia), odsávanie zo sociálnych zariadení podľa DIN 1946/6 v množstve: kúpeľne 40 až 60 m<sup>3</sup>/hod; WC 20 až 30 m<sup>3</sup>/hod; kuchyne 40 až 60 m<sup>3</sup>/hod. (iba odvod pár, ktoré nezachytí cirkulačný digestor).

**Otázka č. 4: Vráťme sa však opäť k paneláku. Môžete presne pomenovať príčiny vzniku plesní v tomto type domu?**

Výskyt plesní v panelových bytových domoch je naozaj v úplnej väčšine prípadov spôsobený výmenou pôvodných netesných okien za nové s dokonalým tesnením. Hodnoty ich súčiniteľov prievzdušnosti „i“, udávané v m<sup>3</sup>/s vzduchu prúdajúceho cez 1 m škáry pri štandardnom tlakovom rozdieli xp, potom klesajú z „i“ = 1,4 až na „i“ = 0,1 m<sup>3</sup>·Pa-0,67. Tým sa radikálne menia aj vlhkostné parametre vnútorného ovzdušia prakticky pri nulovom vetraní, zvyšuje sa absolútna aj relatívna vlhkosť vzduchu.

Musíme si uvedomiť, že bežná 4-členná rodina „vyprodukuje“ až 10 litrov vodných pár do ovzdušia bytu denne (metabolizmus človeka, upratovanie, zalievanie kvetín, varenie na plyne, odparovanie pri sušení prádla apod.). Žiadny iný spôsob odvodu vodných pár v interiéri než je vetranie neexistuje (okrem krátkodobých sorpčných a desorpčných javov do povrchu stavebných konštrukcií).

Najhorší prípad však nastane, keď sa vymenia okná a zároveň sa nezateplia obvodové steny, ktoré bývajú silne tepelne poddimenzované – vo vykurovacom období klesá ich povrchová teplota až na 14 – 16 °C a v nevetraných kútoch s tepelnými mostami dokonca aj na 12 °C. Tu potom dochádza ku kondenzácii pár na povrchu, a k vzniku plesní.

**Otázka č. 5: Novostavby bytových domov – tu už je priestor na nové koncepcie technológií. Uvedomujú si to aj developeri a projektanti?! Ako by teda malo vyzeráť vetranie bytu v nových koncepciách?**

Nová výstavba, zásadne už s tesnými oknami, samozrejme prináša aj mnoho problémov s tepelno-vlhkostnou mikroklimou. Špeciálne riešenia ventilačných mriežok v okenných rámoch alebo prívodných ventilov v parapetoch sú cenovo náročné a pokiaľ ich architekt vôbec navrhne, tak ich investori a developeri pri výstavbe pravidelne škrtnú. Masovo sa objavili v Nemecku aj s problémom s diskomfortom pri prívode chladného vzduchu mriežkami z fasád priamo do pobytovej zóny. Obyvatelia spravidla tieto mriežky a ventily zalepujú

**Tabuľka 1:**  
**Zásady nízkoenergetickej výstavby (NERD)**

vhodná orientácia pozemku na svetové strany
orientácia obytných miestností na juh na využitie pasívnych solárnych ziskov
kompaktný tvar budovy (pomer A:V) a optimálny rozsah presklenia
vylúčenie tepelných mostov
veľmi nízke hodnoty súčiniteľov prestupu všetkých obvodových konštrukcií (obvodové steny: U < 0,15 W/m <sup>2</sup> K; strechy: U < 0,12 W/m <sup>2</sup> K; okná: U < 1,1 W/m <sup>2</sup> K)
nízka výrobná energetická náročnosť stavebných materiálov (vhodnosť napr. drevostavieb)
dokonalá vzduchotesnosť celej stavby (meraná Blower door testom podľa EN 13829, tzn. n < 0,9/h <sup>-1</sup> pri Δp = 50 Pa)
inštalácia riadeného vetrania s rekuperáciou tepla, výhodná v kombinácii s nízko teplotným teplovzdušným vykurovaním a s využitím vnútorných tepelných ziskov
inštalácia bivalentného (doplňkového) vykurovacieho zdroja na biomasu (kozubová vložka, kachle)
inštalácia solárnych systémov na podporu vykurovania a ohrev TUV s nízko teplotnou akumuláciou
použitie energetickejšieho spotrebičov
spotreba tepla pri vykurovaní nižšia ako 35 kWh/m <sup>2</sup> /rok (ČSN EN 832)

**Tabuľka 2: Porovnanie energetických parametrov starej a novej výstavby**

parameter	jednotka	stará výstavba rodinných domov	nízko-energetické domy (NERD)	energeticky pasívne domy (EPD)
spotreba tepla na vykurovanie	kWh/rok	až 25 000	až 9 800	< 2 100
merný výpočtový príkon tepla na	W/m <sup>2</sup>	> 110	20 – 40	< 10
merná spotreba tepla – pre ÚK vykurovanie a	kWh/m <sup>2</sup> /a	170 – 220	30 – 70	≤ 15
merná spotreba tepla – pre ohrev TUV	kWh/m <sup>2</sup> /a	35	< 20	10 – 15
merná spotreba elektrickej energie	kWh/m <sup>2</sup> /a	30	< 20	10 – 15
súhrnná merná spotreba	kWh/m <sup>2</sup> /a	235 – 285	70 – 110	35 – 45
súhrnná spotreba primárnych palív PEZ	kWh/m <sup>2</sup> /a	–	–	< 120
minimálny požadovaný súčiniteľ prestupu	W/m <sup>2</sup> K	–	< 0,18	< 0,12
minimálny požadovaný súčiniteľ prestupu	W/m <sup>2</sup> K	–	< 1,0	< 0,85

- priemerný rodinný dom 140 m<sup>2</sup> úžitkovej plochy;

- u domov EPD pokrývajú vnútorné zisky až 35 % celkovej spotreby tepla na vykurovanie, solárne zisky až 30 % a zvyšná spotreba je cca 35 %;

- v stredo európskom podnebí je vhodnejšie uprednostniť vnútorné zisky pred solárnymi ziskami, pričom rozsah okenných plôch nemá prevyšovať 25 až 30 % plochy fasády.

a logicky vyradia z funkcie celý vetrací systém hermeticky tesného bytu. Samozrejme, aj v bytovej výstavbe – štandardne v krajinách západnej Európy – existuje moderné riešenie rovnotlakového vetrania s vysoko účinným spätným získavaním tepla (až 90%). Vždy to však niečo stojí. Je v tejto súvislosti zvláštne, že dnes už nikto nediskutuje o potrebe inštalovania rozvodov elektro, vody a kanalizácie, ale stále sa u nás vedú vzrušené diskusie o jednotlivej inštalácii vzduchotechnických rozvodov

vi bytoch. Pritom stačí tak málo – aby úroveň nášho bývania zodpovedala bežnému štandardu bývania vo vyspelých štátoch Európskej únie.

**Otázka č. 6: Ako by teda mal vyzeráť návrh vetrania bytu či domu v koncepciách z uhla pohľadu nových teoretických poznatkov o vnútornej klíme?**

Treba aj v tomto smere uvažovať v širších súvislostiach a v dlhodobej perspektíve. Prioritou samozrejme zostáva kvalita bývania, ale aj minimalizovanie prevádzkových nákladov spolu s environmentálnymi dôsledkami výstavby.

Tieto hľadiská už do značnej miery rešpektuje aj nová ČSN 730 540-2/2002, v ktorej sa prvý raz oficiálne zavádza pojem „nízkoenergetická výstavba“ s limitovanou spotrebou energie na vykurovanie a na jej celkovú prevádzku. Súčasne sa špecifikujú aj kritériá na dosiahnutie tohoto štandardu.

V Nemecku, Rakúsku, vo Švajčiarsku a v Škandinávii sa dnes stávajú bežným pojmom tzv. „energeticky pasívne domy“ (EPD) ako ďalší stupeň budov NERD. Ich obvodové konštrukcie sú z dnešných hľadísk už extrémne tepelne zosilnené (**pozri tab. 1**) a hlavne sa využívajú vnútorné a vonkajšie tepelné zisky uplatnením vysoko účinných rekuperčných systémov pri vetraní, ktoré sa spolu s ohrevom TUV stáva dominantným spotrebiteľom energie v dome.

Okrem prísneho hodnotenia ekonomických a environmentálnych ukazovateľov je však v prípade novej koncepcie výstavby potrebné zachovať, či skôr ešte zvýšiť kvalitu ich mikroklimy. Ide hlavne o dodržanie optimálnych teplôt vzduchu, povrchov,

relatívnej vlhkosti a zabezpečenia kvality vzduchu z hľadiska plyných častíc v ovzduší a CO<sub>2</sub>.

Moderné teplovzdušné cirkulačné systémy kombinované s vetraním a rekuperáciou spájajú tzv. „americký systém“ (iba teplovzdušná cirkulácia vzduchu bez prívodu) s tzv. „nemeckým systémom“ (iba rovnotlakové vetranie s rekuperáciou) do jednotnej vzduchotechnickej sústavy, ktorá v sebe navyše integruje režim priameho chladenia (zemným registrom) alebo intenzívneho nočného predchladenia.



Tabuľka 3: Je v nej uvedených viacero jednotlivých vykurovacích systémov vo vzťahu k spôsobu ventilácie a stupňu zabezpečenia požadovaných parametrov.

stupeň zabezpečenia požadovaných parametrov	tepl vodné vykurovanie klasické				tepl vzdušné vykurovanie cirkulačné	
	s infiltráciou oknami	s tesnými oknami (nárazové vetranie)	s odsávaním sociálnych zariadení	s riadeným vetraním a rekuperáciou tepla	s riadeným vetraním a rekuperáciou tepla	s riadeným vetraním a rekuperáciou tepla a zemným registrom
tepelná pohoda	●	○	○	●	●	●
vetranie obytných priestorov	○	○	○	●	●	●
nárazové vetranie	-	○	○	-	●	●
odvetrávanie sociálnych zariadení	-	-	○	●	●	●
účinnosť prevetrávania	○	-	-	○	●	●
rekuperácia tepla	-	-	-	●	●	●
využitie interných a externých ziskov	-	-	-	○	●	●
filtrácia privádzaného vzduchu	-	-	-	●	●	●
nočné predchladenie	-	-	-	○	●	●
chladenie	-	-	-	-	○	●

Legenda: ● dokonalé zabezpečenie

○ čiastočné zabezpečenie

- nesplňa

Princíp systému je v dvojzónovom usporiadaní okruhov vzduchotechnických rozvodov v rodinnom dome (prípadne v bytovke alebo aj v rodinnom bazéne), kde:

- primárny okruh zabezpečuje tepl vzdušné vykurovanie, a to zároveň s riadeným podielom čerstvého vzduchu a rekuperáciou tepla s prívodom podlahovými mriežkami do každej miestnosti;
- sekundárny okruh zabezpečuje celkom oddelené odvetrávanie sociálnych zariadení, kuchýň prípadne šatní s rekuperáciou tepla.

Oba okruhy vzduchotechnických rozvodov vyúsťujú do spoločnej vzduchotechnickej jednotky DUPLEX RB (alter. RD, RC). Podľa zvoleného režimu na regulátore CP potom jednotka zabezpečuje celoročné požiadavky na mikroklimu domov v režimoch:

- rovnotlakové vetranie s rekuperáciou tepla;
- tepl vzdušné cirkulačné vykurovanie a rovnotlakové vetranie s rekuperáciou;
- tepl vzdušné cirkulačné vykurovanie (bez vetrania);
- podtlakové vetranie sociálnych zariadení s prívodom predhriateho vzduchu;
- pretlakové letné vetranie prípadne chladenie s prívodom vzduchu cez zemný register.

V susednej Českej republike sa dnes už tepl vzdušné systémy uplatňujú celkom štandardne vo všetkých vývojových realizáciách energeticky úsporných a nízkoenergetických domoch, v bytových domoch a často aj pri rekonštrukciách existujúcich objektov.

Veľmi zaujímavá je aj rekonštrukcia 150-ročnej chalupy v Bedřichove na nízkoenergetický objekt uplatnením systému „two by four“ s predsadeným krytom z fošni a tradičnou výplňou škár. Dom je izolovaný 300 – 350 mm minerálnej vlny a dosahuje spotrebu 35 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Teplo sa od tradičného kachlového sporáku rozvádza podlahovým rozvodom vzduchotechniky do všetkých miestností.

**Z niekoľkých stavieb doterajších realizácií systému v ČR sme vybrali často publikovaný nízkoenergetický rodinný dom v Koberovoch s mernou spotrebou tepla pri vykurovaní 22 kWh/m<sup>2</sup>/rok, s integrovaným zásobovaním teplom zo soláru a drevokotla.**



**Veľmi zaujímavá je aj rekonštrukcia 150-ročnej chalupy v Bedřichove na nízkoenergetický objekt uplatnením systému „two by four“ s predsadeným krytom z fošni a tradičnou výplňou škár. Dom je izolovaný 300 – 350 mm minerálnej vlny a dosahuje spotrebu 35 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Teplo sa od tradičného kachlového sporáku rozvádza podlahovým rozvodom vzduchotechniky do všetkých miestností.**

Inštalácia tepl vzdušného systému do rodinného bazénu zaručuje dokonalý, automaticky riadený odvod vlhkosti, odvetranie škodlivín, ofukovanie zasklenia proti kondenzácii a súčasne aj rýchly náběh teploty pri občasnem využívaní bazénu.

Prakticky vo všetkých doterajších realizáciách systému je nainštalovaný multivalentný zásobník tepla IZT na vykurovanie a ohrev TUV so zabudova-

nou solárnou vložkou a prietokovým ohrevom TUV.

Na záver je dôležité uvedomiť si, že na celom svete sú normy týkajúce sa vnútorného prostredia nezáväzná. Striktné nariadenia a limity zákonnými normami sa považujú za porušenie demokratických práv osobnosti.

Ing. Petr Morávek, CSc.

**Je však pravda, že dodržiavanie týchto „nezáväzných“ predpisov zo strany projektantov silne obmedzuje prípadné hrubé chyby pri projektovaní systémov na zabezpečenie vnútornej mikroklimy budov.**

