



ročník: V

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

energeticky efektívne riešenia v komunálnej a priemyselnej praxi

**2/2013**

3,99 €

komunálna a priemyselná  
**energetika**<sup>®</sup>



# Energeticky pasívny bytový dom v Dubňanoch

Martin Jindrák, foto: ATREA, s. r. o.

**V** ČR aj SR je veľké množstvo nevyužitých budov školského, armádneho a výrobného charakteru, pričom väčšina týchto budov chátra. Neustále sa stavajú nové budovy a skrytý potenciál rekonštrukcií zostáva až trestuhodne zabudnutý. Tento text nemôže podrobne a s detailmi popísať všetky etapy projektu prestavby nevyužitej školy na pasívny bytový dom. Prináša však inšpiráciu, ako možno nevyužitým budovám vo vlastníctve samospráv či štátu vdýchnuť nový život.

V Dubňanoch, malom mestečku neďaleko Hodonína, bol v minulosti vybudovaný rozsiahly školský areál na prípravu učňov pre lignitové bane. S útlmom baníctva bol postupne uzatváraný a ako posledný ho opustili

žiaci základnej školy, ktorí využívali najnovšiu budovu skolaudovanú v roku 1989. Od roku 2001 tak v oplotenom areáli bolo možné nájsť iba strážneho psa. Našťastie nedošlo k veľkej devastácii budov, mesto relatívne

## Prečo rekonštruovať nevyužitú budovu?

- budovy sú už pripojené na inžinierske siete, netreba zložito rokovať o kapacitách jednotlivých sietí (napríklad v školách bolo viac osôb ako v budúcich bytoch),
- sú 100 % overené základacie podmienky, keď sú budovy bez porúch, alebo keď sú ich poruchy už jasne viditeľné a možno stanoviť spôsob ich opráv,
- v prípade školských stavieb sú minimalizované búracie práce, trieda s kabinetom má spravidla rozlohu štandardného bytu (70 – 90 m<sup>2</sup>).



včas ponúklo celý areál na predaj. Nový majiteľ prišiel s veľmi ambicióznym zámerom prestavať časť budov na bytové domy v energeticky pasívnom štandarde.

### REKONŠTRUKCIA DO ENERGETICKY PASÍVNEHO ŠTANDARDU

Pri každej rekonštrukcii sú podstatné náklady na prebudovanie (vybudovanie) vnútorných rozvodov vody, kanalizácie a elektriny, u totálnych rekonštrukcií sú rovnaké ako v prípade novostavieb. Navýšenie ceny za demontážne prípravné práce možno vhodne znížiť predajom železa a starých radiátorov na druhotné spracovanie. Na prvý pohľad sú vysoké aj náklady na revitalizáciu obálkovej konštrukcie na energeticky pasívny štandard – výmena otvorových prvkov, fasáda, zateplenie prvého a posledného nadzemného podlažia. Opäť však platí, náklady na materiál sú rovnaké ako u novostavieb či „bežných“ rekonštrukcií, rozdiel je v hrúbke obálkovej konštrukcie a vytvorení vzduchotesnej roviny. Stavebná časť rekonštrukcie BD Dubňany bola realizovaná v rámci zásad energeticky pasívnej výstavby – na existujúce obvodové steny pribudlo 200 mm tepelnej izolácie, na strop najvyššieho podlažia 300 – 400 mm tepelnej izolácie, použité boli okná s trojsklom. Výpočtová strata objektu s 27 bytmi s podlahovou plochou 2400 m<sup>2</sup> je vďaka tomu 38,87 kW (teda menej ako niektoré vily 4+1 z obdobia prvej republiky). Miesto pôvodnej plynovej kotolne s 3 x120 kW kotlami bola použitá bývalá šatňa kotolníka

na inštaláciu 2 ks kondenzačných kotlov 2 x 28 kW na vykurovanie a prípravu teplej vody. Rovnaké kotly sú štandardne používané v rodinných domoch. Ďalšie „zbytočné“ zvýšenie obstarávacích nákladov na energeticky pasívnu rekonštrukciu (ale tiež novostavbu alebo rekonštrukciu bežného vyhotovenia) by sme mohli nájsť v nutnosti inštalácie systému riadeného vetrania s rekuperáciou tepla. Opak je však pravdou.

### PREČO SYSTÉMY RIADENÉHO VETRANIA?

Každá bežná prestavba alebo novostavba, realizovaná s ohľadom na nízke prevádzkové náklady a komfort budúcich obyvateľov, by sa mala pohybovať na hranici neprie- vzdušnosti  $n_{50} = 2,5 - 1,5 \text{ h}^{-1}$  (podľa platných noriem sú potrebné parametre vzduchotesnosti ešte nižšie). Bohužiaľ ide len hodnoty odporúčané. Vzduchotesnosť sa dosahuje systémovým vyhotovením obvodového plášťa a vhodným napojením tesných okien – plastových alebo drevených. EP BD Dubňany dosiahol hodnoty  $n_{50}=0,59 \text{ h}^{-1}$ , infiltráciou do celej budovy tak prúdi približne len 280 m<sup>3</sup> vzduchu za hodinu, ktorý treba ohriať na vnútornú teplotu. Veľmi výrazne sa tak znižujú požiadavky na výkon vykurovacej sústavy a klesajú prevádzkové náklady. Každý, kto dnes realizuje kvalitné novostavby alebo zodpovedné rekonštrukcie, by si mal uvedomovať nutnosť zabezpečenia zdravého vnútorného prostredia a nie len vnímať úspory energií. Zabezpečiť vetranie v objekte

je dôležité v prvom rade pre užívateľov a ich potreby, z tohto pohľadu nezáleží na energetickom zatriedení budovy, energetické úspory musia byť až na druhom mieste.

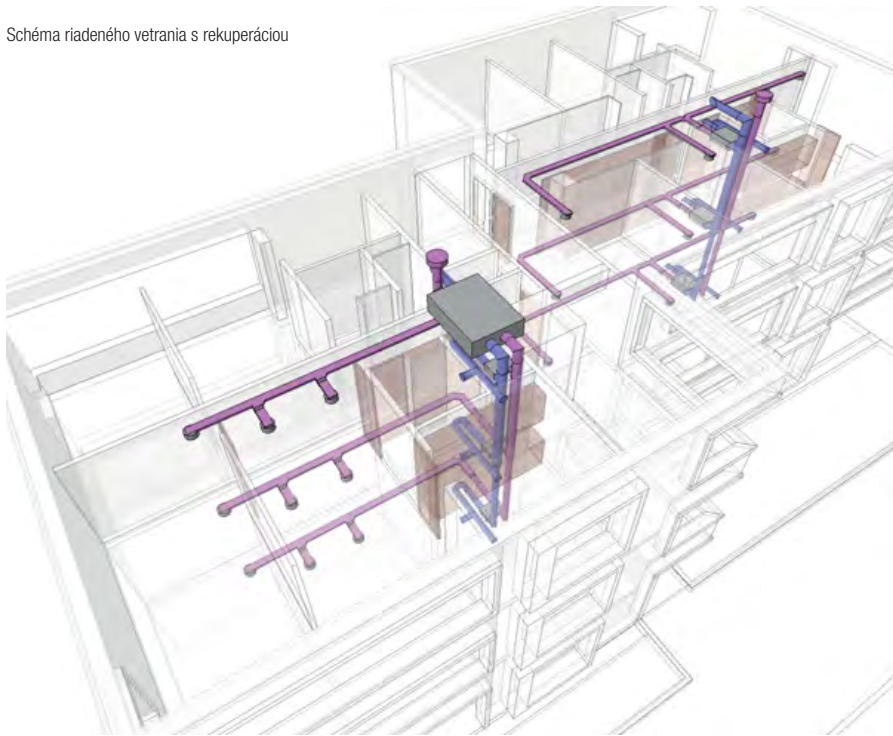
V BD v Dubňanoch priemerná infiltrácia 280 m<sup>3</sup>/hod pokrýva požiadavku na vetranie pre 11 osôb, budova je však projektovaná na obsadenie 81 osobami. Z energetického a tiež zdravotného hľadiska neobstojí konštatovanie, známe z drvicej väčšiny technických správ, že vetranie bude zabezpečené iba otvorením okien. Pri systémovo neriadenom, náhodnom vetraní oknami sa do objektu privádza vzduch s okamžitou vonkajšou teplotou spoločne s prachom, peľom, v niektorých lokalitách i vonkajším hlukom. Tiež nemožno očakávať, že spiaci osoba niekoľkokrát za noc otvorí okno dokorán na rýchle vyvetranie. Nielen v energeticky úspornej výstavbe s tlakom na zníženie prevádzkových nákladov a zvýšenie komfortu obyvateľov, je tento koncept už dlhšiu dobu neuskutočniteľný.

Česká vyhláška o technických požiadavkách na stavby (26/2009 Sb, znenie 2012) stanovuje v paragrafe 11, že pobytové miestnosti musia mať zabezpečené dostatočné prirodzené alebo nútené vetranie a musia byť dostatočne vykurované s možnosťou regulácie vnútornej teploty. Na vetranie pobyto-

Rekonštrukcia budovy školy zahŕňala, okrem iného, zateplenie obvodového plášťa a výmenu okien



Schéma riadeného vetrania s rekuperáciou



vých miestností musí byť v čase pobytu osôb minimálne množstvo vymieňaného vonkajšieho vzduchu 25 m<sup>3</sup>/h na osobu, alebo minimálna intenzita vetrania 0,51/h. Ako ukazovateľ kvality vnútorného prostredia slúži oxid uhličitý CO<sub>2</sub>, ktorého koncentrácia vo vnútornom vzduchu nesmie prekročiť hodnotu 1 500 ppm. Doplňujúce ČSN potom upres-

ňujú ďalšie výkonové požiadavky na výmenu vzduchu, podľa ktorých je vhodné zabezpečiť výmenu vzduchu v obytných budovách.

*Poznámka redakcie:*

*Na Slovensku je problematika vnútorného prostredia budov, vrátane vetrania upravená obdobným spôsobom ako v ČR, vyhláškou Mi-*

*nisterstva zdravotníctva SR č. 259/2008 o podrobných požiadavkách na vnútorné prostredie budov a STN EN 15251 o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvality vzduchu, teplotného stavu prostredia, osvetlenia a akustiky.*

Na zníženie prevádzkových nákladov je potrebné vrátiť energiu z odchádzajúceho tepleho vzduchu z budov. Výkonovo rozdielne požiadavky vetrania podľa dennej doby však dokážeme zabezpečiť iba riadeným spôsobom, vetraním so spätným ziskom tepla – rekuperáciou. Riadené vetranie s rekuperáciou tepla privádza vzduch do objektu predhriaty, zbavený prachu a peľu, bez hluku z vonkajšieho prostredia. Každý z užívateľov má možnosť nastaviť si výkon vetrania podľa svojich potrieb. Nič mu však nebráni ani otvoriť si kedykoľvek okná.

#### VETRANIE V EP BD DUBŇANY

V projektových prípravách BD v Dubňanoch boli podrobne zvažované všetky systémy nútenej výmeny vzduchu – podtlakové, pretlakové, rovnotlakové, centrálné a decentrálné systémy, vrátane rekuperácie tepla. Realizácia energeticky pasívneho objektu sa bez rekuperácie tepla z vetrania nezaobíde, podiel spätne získanej energie je v celkovej



Rekonštrukciou budovy školy vzniklo 27 bytov

Usporiadanie bytov 1.NP v niekdajšej budove ZŠ



spotrebe vysoký. Zníženie potreby energie medzi vetraním bez rekuperácie (teoreticky, napríklad oknami) a riadeným vetraním s rekuperáciou je 1800 – 3800 kWh, čo zlepšuje i zatriedenie budovy v energetických hodnoteniach. Uživateľom potom tento systém okrem nižších prevádzkových nákladov prináša aj vyšší komfort, zníženie chorobnosti a vyššiu výkonnosť vďaka čerstvému vzduchu v interiéri. Pri návrhu systému sa brali do úvahy aj aspekty inštalácie a prevádzky systému vzhľadom k obsluhu, výmene filtrov, nastavovaniu individuálneho výkonu, ceny inštalácie, zásahov do stavebnej časti a mnoho ďalších.

Hlavná priorita bola nakoniec daná na obsluhu, či skôr minimálnu záťaž pre koncového užívateľa. Vybraný bol napokon systém centrálného vetrania s rekuperáciou tepla a individuálnym riadením výkonu z každého bytu, nezávisle na ostatných bytoch.

### SKÚSENOSTI Z PREVÁDZKY RIADENÉHO VETRANIA V DUBŇANOCH

Už pri nastavení základných parametrov výkonu riadeného vetrania bolo jasné, že prídu problémy, napriek tomu bola dodržaná najnižšia požiadavka ČSN EN 15251 (výmena vzduchu rovnajúca sa desatine obostavaného priestoru, bez prítomnosti osôb), pričom ďalšie predpisy vyžadujú ešte vyššiu výmenu. Trvalé vetranie bolo nastavené podľa ČSN EN 15251 na 20 m<sup>3</sup>/hod, bez možnosti vypnutia užívateľom.

Zvýšenie výkonu vetrania malo byť zabezpečené osadením senzorov CO<sub>2</sub>, a signálmi pri rozsvietení v kúpeľniach, toaletách a pri varení. Vďaka senzorom CO<sub>2</sub>, senzorom relatívnej vlhkosti a tiež senzorom teploty v regulácii vzduchotechniky boli známe prevádzkové parametre vo všetkých bytoch. Výsledok, žiaľ, nebol prekvapením – po niekoľkých mesiacoch prevádzky bola relatívna vlhkosť v bytoch na úrovni 29 – 35 %, pričom ideálna vlhkosť by sa mala pohybovať od 38 do 55 %. Merania preukázali veľmi nízke koncentrácie CO<sub>2</sub>, v druhej väčšine pod nastavenou úrovňou 900 ppm, od ktorej mali senzory CO<sub>2</sub> postupne plynúť zvyšovať požiadavky na výkon vetrania (napr. pri 1000 ppm na 30 m<sup>3</sup>/hod). Ako bolo povedané, nešlo o prekvapenie a výsledok bol očakávaný. Iné merania z roku 2006, totiž podrobne mapujú celoročnú vlhkosť v interiéri a exteriéri budov a dokazujú, že vďaka vnútrozemskej klíme a zimnému vzduchu z Ruska je u nás vo vonkajšom prostredí malý obsah vlhkosti. Akýmkoľvek vetraním výmenou vonkajšieho suchého vzduchu za vnútorný vlhký vzduch, vzniká deficit, ktorý treba pokryť odpar z polievania rastlín, dýchania osôb. Ak ale obyvatelia ráno odídu do práce a vrátia sa až popoludní alebo večer, potom sú tieto vlhkosťné zisky minimálne. Norma však hovorí, že vetrať sa má, hoci s minimálnym výkonom, neustále.

V druhej etape meraní bolo trvalé prevetranie priestorov vypnuté, bez pobytu osôb sa nevetralo. Celé riadenie výkonu bolo prenechané na reakcie senzorov CO<sub>2</sub>, ex-

terné signály a prednastavenie výkonu na noc, kedy sa predpokladá prítomnosť osôb. Následné merania preukázali, že relatívna vlhkosť sa zvýšila na úroveň 36 – 43 %, koncentrácia CO<sub>2</sub> sa pohybovala do 1350 ppm. Prijateľné koncentrácie sa dosahovali vďaka reakcii senzora a možnosti zvýšenia výkonu vetrania až na 180 m<sup>3</sup>/hod, teda niekoľkonásobku požiadavky vetrania podľa počtu osôb. Hoci boli v tomto prípade porušené minimálne požiadavky ČSN, užívatelia tento stav hodnotili ako výrazné zlepšenie a úplne komfortné prostredie. Preukázalo sa, že budovy v energeticky pasívnom štandarde, respektíve vzduchotesné, potrebujú iný prístup a možno i posun v myslení. Bude tiež treba názorovo zjednotiť požiadavky jednotlivých noriem. Vetranie by malo byť v súlade s požiadavkami, záťažou a počtom užívateľov a nie vo vzťahu k obostavanému priestoru.

### CENTRÁLNY SYSTÉM RIADENÉHO VETRANIA S REKUPERÁCIOU TEPLA

Pre 23 z 27 bytov Dubňanoch boli navrhnuté dve centrálné jednotky (pre 12 a 11 bytov), pričom v každom byte je umiestnený regulačný bytový box, zabezpečujúci prívod vzduchu do bytu. Užívateľ nastavuje výkon vetrania vedomým spôsobom (napr. naprogramovaním týždenného režimu, okamžitým zásahom na ovládači, pričom korekcie sa môžu robiť i cez web rozhranie), svojou činnosťou (napr. rozsvietením svetla v kúpeľni, WC a v kuchyni) alebo automaticky, kedy sa výkon vetrania riadi senzormi kvality vzdu-

chu (napr. CO<sub>2</sub>). Vďaka centrálnej koncepcii systému nemá užívateľ žiadne povinnosti údržby (výmenu filtrov, pravidelné revízie za zabezpečuje centrálnu domovník).

Systém centrálného vetrania s rekuperáciou znižuje prevádzkové náklady oproti vetraníu oknami o 1800 – 3800 kWh / byt.

Pri 27 bytoch (konzervatívny výpočet) to znamená zníženie spotreby energie o (1890 x 27 bytov), t.j. 52 920 kWh / rok (vrátane započítania príkonu zariadenia).

Centrálna jednotka vďaka pripojeniu k web rozhraniu môže zasielať správcovi informácie o termínoch plánovaných kontrol. Ani náklady na výmenu filtrov nie sú nijako výrazné. Celkové prevádzkové náklady na výmenu filtrov a drobnú údržbu predstavujú približne 300 Kč / rok a byt.

### DECENTRÁLNY SYSTÉM RIADENÉHO VETRANIA S REKUPERÁCIOU

Na porovnanie prevádzkových nákladov bol v štyroch bytoch v Dubňanoch realizovaný aj decentrálny systém vetrania. Každý z týchto bytov má samostatnú vetračiu jednotku, ktorá je umiestnená priamo v konkrétnom byte. Zníženie spotreby energie na vykurovanie je

obdobné ako v prípade centrálného systému riadeného vetrania.

Prevádzkové náklady sa opäť týkajú výmeny filtrov a čistenia zariadenia, v tomto prípade si ich však robí užívateľ každého bytu sám. Ročne predstavujú asi 240 Kč na byt, bez započítania času užívateľa.

Platí teda, že prevádzkovo – užívateľské náklady sú pre oba systémy v zásade rovnaké. Obstarávacie náklady sú pre štyri a viac bytov výhodnejšie pre systém centrálného vetrania spoločnou vzduchotechnickou jednotkou s regulačnými bytovými boxmi.

### POROVNIANIE EP BD DUBŇANY SO ŠTANDARDNOU REKONŠTRUKCIOU

Po rekonštrukcii trojpodlažnej, čiastočne podpivničenej budovy školy vzniklo 27 bytov. Merná potreba tepla pre ich vykurovanie (PHPP) EA predstavuje 12,49 kWh/m<sup>2</sup> a primárna energia PHPP PEA 93,64 kWh/m<sup>2</sup>a. Výpočtová strata objektu je 38,87 kW a merná vykurovacia záťaž (pri 2385 m<sup>2</sup>) je 16,30 W/m<sup>2</sup>. Ročné náklady na vykurovanie v byte (v cenách pre rok 2013) vďaka tomu dosahujú: byt s plochou 60 m<sup>2</sup> približne 34 eur, byt s 80 m<sup>2</sup> cca 44 eur a byt s rozlo-

hou 96 m<sup>2</sup> asi 54 eur. Bežné priame náklady na štandardnú rekonštrukciu predstavujú asi 700 eur/m<sup>2</sup>, náklady na rekonštrukciu v pasívnom štandarde asi 742 eur/m<sup>2</sup>. Rozdiel tvorí najmä zlepšenie súčiniteľa prestupu tepla (U) obálkovej konštrukcie: fasáda 2000 m<sup>2</sup> (13 000 eur) a strechy + suterénu 840 m<sup>2</sup> (28 500 eur) a tiež rekuperácia 27 bytov (53 000 eur).

Celkové zvýšenie nákladov na zabezpečenie pasívneho štandardu dosahuje 94 500 eur, čo je v prepočte na jeden byt 3 500 eur.

Pritom prevádzkové náklady na vykurovanie bytu 80 m<sup>2</sup> v Dubňanoch dosahujú 44 eur ročne, bežný byt 328 eur ročne.

Ako vyplýva z výpočtu, pri ročnej úspore prevádzkových nákladov 284 eur sa zvýšená investícia na zabezpečenie pasívneho štandardu rekonštrukcie vráti za 12 rokov.

Možno konštatovať, že rekonštrukcia do pasívneho štandardu je z ekonomického hľadiska výhodná s nespochybniteľnou návratnosťou. Pridanou hodnotou navyše je zdravé vnútorné prostredie a komfort pre obyvateľov. ■

# Atrea®

POPREDNÝ VÝROBCA VZDUCHOTECHNIKY NA SLOVENSKOM TRHU

## REKUPERAČNÉ JEDNOTKY občianske a priemyselné STAVBY

DUPLEX 1600 Flexi



- certifikácia PHI (Passive house institute) – vo svojej kategórii jediný certifikovaný výrobca v SR
- kompaktné rozmery, variabilita
- maximálne úsporná prevádzka vďaka EC ventilátorom
- zariadenie vhodné pre pasívne domy
- certifikovaná účinnosť rekuperácie 78 až 89 %

VETRANIE • REKUPERÁCIA TEPLA

Vysoká účinnosť, malá hmotnosť a rozmery,  
vysoká kvalita

## SYSTÉMY

pre rodinné DOMY, BYTY

DUPLEX 370 EC4



- certifikácia PHI (Passive house institute) – vo svojej kategórii jediný certifikovaný výrobca v SR
- kompaktné rozmery, variabilita
- maximálne úsporná prevádzka vďaka EC ventilátorom
- zariadenie vhodné nejen pre pasívne domy
- certifikovaná účinnosť rekuperácie 83 až 95 %

VETRANIE • REKUPERÁCIA TEPLA

Kompletné systémové riešenie  
pre nízkoenergetické a pasívne objekty

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

ATREA SK s. r. o., Družstevná 2, 945 01 Komárno, tel.: +421 (035) 774 28 15, [atrea@atrea.sk](mailto:atrea@atrea.sk)