

# VNÚTORNÉ PROSTREDIE A ENERGETICKÁ NÁROČNOSŤ PRI OBNOVE BYTOVÝCH DOMOV

**prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.**

Stavebná fakulta STU  
Katedra technických zariadení budov  
Radlinského 11  
810 05 Bratislava  
e-mail: [dusan.petras@stuba.sk](mailto:dusan.petras@stuba.sk)

*V súčasnom období, kedy človek trávi 80-90% času v architektonizovanom interiérovom prostredí na ktoré sa súčasne vynakladá okolo 40% primárnych zdrojov energie, je veľmi dôležité zabezpečiť popri optimálnej energetickej náročnosti aj ich vnútorné prostredie.*

## 1. VNÚTORNÉ PROSTREDIE BUDOV

V tejto časti sa uvádzajú kritériá, použité pri hodnotení vnútorného prostredia predmetnej budovy podľa európskej normy EN 15251:2007 .

Krátky opis jednotlivých kategórií vnútorného prostredia budov, ktoré sú dané pre odporúčané vstupné hodnoty, podľa STN EN 15251, je uvedený v tabuľke 1.:

Tab. 1 Opis použiteľnosti jednotlivých kategórií

Kategória	Vysvetlenie
I	Vysoká úroveň očakávania a odporúča sa pre priestory užívané veľmi senzitívnymi užívateľmi so špeciálnymi požiadavkami, ako sú telesne postihnutí, chorí, veľmi malé deti a starší ľudia.
II	Normálna úroveň očakávania a má byť použitá pre nové a rekonštruované budovy.
III	Prípustná, priemerná úroveň očakávania a môže byť použitá pre existujúce budovy.
IV	Hodnoty parametrov mimo kritérií predtým spomenutých kategórií. Táto kategória je prípustná iba obmedzenú časť roka.

Poznámka: V normách ako EN 13779 a EN ISO 7730 sa takisto používajú kategórie, ich označenia však môžu byť odlišné (A, B, C alebo 1, 2, 3 atď.).

Hodnotenie vnútorného prostredia zahŕňa  
1. kritériá tepelného stavu prostredia v zime,  
2. kvalitu vzduchu a kritériá na vetranie,  
3. akustické kritériá, 4. kritériá na osvetlenie.  
Klasifikácia vnútorného prostredia môže byť

založená na návrhových kritériách jednotlivých parametrov, na výpočtoch alebo meraniach podstatných parametrov – ako sú operatívna teplota miestnosti, intenzita vetrania, vlhkosť a koncentrácia CO<sub>2</sub> za časovú jednotku (týždeň, mesiac, rok).

### 1.1 Tepelno-vlhkostné prostredie

Tepelné prostredie sa hodnotí podľa tepelného stavu prostredia v zime - určené návrhové hodnoty teploty vnútorného prostredia počas vykurovania (STN EN 15251, čl. 6.2.1).

V tabuľke 2 je uvedená operatívna teplota (EN ISO 7726) s návrhovým zaťažením za návrhových poveternostných podmienok, ktoré sú

určené národne podľa EN ISO 15927-4 a 15927-5. V mnohých prípadoch sa ako návrhová teplota môže použiť priemerná teplota vzduchu v miestnosti, ale ak sa povrchová teplota priestraných miestností výrazne odlišuje od teploty vzduchu, ako návrhová teplota sa má použiť operatívna teplota.

Tab. 2 Príklady odporúčaných návrhových hodnôt operatívnej teploty pre navrhovanie budov a systémov techniky prostredia

Typ budovy (priestor)	Kategória	Operatívna teplota $\theta_o$ [°C]	
		Minimum na vykurovanie (zimné obdobie) ~ 1,0 clo	Maximum na chladenie (letné obdobie) ~ 0,5 clo
<b>Kancelárie</b> sedavé činnosti 1,2 met	I	21,0	25,5
	<b>II</b>	<b>20,0</b>	<b>26,0</b>
	III	19,0	27,0
<b>Kancelárie s otvorenou dispozíciou</b> sedavé činnosti 1,2 met	I	21,0	25,5
	<b>II</b>	<b>20,0</b>	<b>26,0</b>
	III	19,0	27,0
<b>Konferenčná miestnosť</b> sedavé činnosti 1,2 met	I	21,0	25,5
	<b>II</b>	<b>20,0</b>	<b>26,0</b>
	III	19,0	27,0

Jednotky „clo“ a „met“ použité v tabuľke charakterizujú individuálne parametre vnútorného prostredia.

### 1.2. Relatívna vlhkosť vzduchu

Vlhkosť obsiahnutá vo vnútornom vzduchu môže mať priamy alebo nepriamy vplyv na ľudí nachádzajúcich sa vo vnútri. Vlhkosť má vplyv na pociťovanie tepla, pričom zvýšenie vlhkosti o 10 % je obvykle pociťované rovnako, ako zvýšenie pocitu tepla pri zvýšení operatívnej teploty o 0,3 °C. Vysoká vlhkosť vzduchu môže tiež stimulovať rast plesní a ďalších húb, čo môže spôsobovať alergie a zápachy. Zvýšená vlhkosť môže tiež zvýšiť emisiu chemikálií ako formaldehyd z materiálov a môže mať nepriaznivé účinky na materiály v konštrukcii budovy. Nízka vlhkosť môže spôsobiť pocit sucha a podráždenie pokožky a sliznice niektorých ľudí nachádzajúcich sa v priestore.

### 1.3. Akustické prostredie

Kritériá na hluk spravidla neovplyvňujú energetickú hospodárnosť budov. V prípade prirodzene vetraných budov však môže nastať situácia, že prívod požadovaného množstva vonkajšieho vzduchu sa nemôže dosiahnuť otvorením okien, pretože hluk z vonkajšieho prostredia by narušil požadované kritériá. Aj zabezpečenie požadovaného množstva vzduchu mechanickým vetraním a chladením by mohlo viesť k neprijateľnému hluku z ventilátorov.

Kritériá na hlukovú záťaž podľa STN EN 15251, tabuľka E1, sa uvádzajú v tabuľke 3. Tieto kritériá sa vzťahujú na hluk od zdrojov hluku v budove, ako aj na hladinu hluku od vonkajšieho servisného vybavenia.

Tab. 3 Príklady návrhovej hladiny akustického tlaku váhového filtra (A)

Budova	Typ priestoru	Hladina akustického tlaku, [dB(A)]	
		Typický rozsah	Zvolená návrhová hodnota
Kancelárie	Malé kancelárie	30 – 40	35
	Konferenčné miestnosti	30 – 40	35
	Kancelárie s otvorenou dispozíciou	35 – 45	40
	Boxové kancelárie	35 – 45	40

#### 1.4. Svetelné prostredie

Kvalita osvetlenia v budove sa hodnotí meraniami osvetlenosti. Kritériá na osvetlenosť podľa STN EN 12464-1 sú uvedené v tabuľke 4. Dodržať sa musí overovací postup uvedený v kapitole 6 normy STN EN 12464-1. V špecifických prípadoch sa môžu hodnotiť aj kvalitatívne aspekty osvetlenia (UGR, Ra hodnoty, atď.) postupmi uvedenými v kapitole 6 STN EN 12464-1.

Tab. 4 Príklady návrhových úrovní osvetlenosti pre niektoré budovy a priestory podľa EN 12464-1

Typ budovy	Priestor	Udržiavaná osvetlenosť $\bar{E}_m$ , v pracovných oblastiach, [lx]	Výška merania nad podlahou, [m]
Budovy pre administratívu	Jednoduché kancelárie	500	0,8
	Kancelárie s otvorenou dispozíciou	500	0,8
	Konferenčné miestnosti	500	0,8
Komunikačné priestory	Chodby	100	0,1
	Schodište	150	0,1

#### 1.5. Kvalita vnútorného vzduchu

V budovách, kde sa za hlavný zdroj znečistenia považujú užívatelia, sa môže kvalita vzduchu hodnotiť meraním priemernej koncentrácie CO<sub>2</sub> v čase plne obsadeného priestoru budovy. Čo sa týka kvantity, produkcia CO<sub>2</sub> je najdôležitejšie znečistenie od ľudí. Pri malých koncentráciách je CO<sub>2</sub> neškodný a ľuďmi nie je pociťovaný. Stále je to však dobrý indikátor koncentrácie znečistenia od ľudí. Pri vyšších koncentráciách CO<sub>2</sub> je vzduch v priestore pociťovaný ako vydýchaný, ťažký, zlý, čo môže pôsobiť rušivo.

Odporúčané kritériá koncentrácie CO<sub>2</sub> podľa STN EN 15251, tabuľka B4, sa uvádzajú v tabuľke 5.

Tab. 5 Príklady odporúčanej koncentrácie CO<sub>2</sub> nad vonkajšou koncentráciou

Kategória	Zodpovedajúca koncentrácia CO <sub>2</sub> nad vonkajšou koncentráciou v PPM
I	350
II	500
III	800
IV	< 800

Jednotka ppm (z angl. parts per million) uvedená v tabuľke, je, podobne ako percento, spôsob, ako vyjadriť zlomok – milióntinu – celým číslom. To znamená, že koncentrácie CO<sub>2</sub> uvedené v tabuľke udávajú odporúčaný maximálny počet molekúl CO<sub>2</sub> nad vonkajšou koncentráciou, ktorý sa môže nachádzať v 1 milióné molekúl vzduchu.

## 2. ENERGETICKÁ NÁROČNOSŤ BUDOV

Budovy sú najväčším spotrebiteľom energie v EÚ s podielom 40-45% na energetickej bilancii jednotlivých členských štátov, preto je nevyhnutné túto otázku riešiť, tak legislatívne ako aj technicky.

### 2.1. Energetická efektívnosť bytových domov

Energetická efektívnosť budov vzhľadom na nadobudnutie účinnosti nových legislatívnych a normalizačných opatrení od 1.1.2016 spôsobila významné zmeny v energetike budov, ktorá sa dostala na tzv. ultranízkooenergetickú úroveň, teda energetická trieda A, čo prináša i nasledovné zmeny:

a/ Zlepšenie tepelno-technických vlastností stavebných materiálov, konštrukcií a budov, zníženie hodnôt súčiniteľa prechodu tepla U netransparentných konštrukcií pod 0,22 Wm<sup>-2</sup>.K-1 u transparentných konštrukcií na 0,6 Wm<sup>-2</sup>.K-1.

b/ Zníženie tepelných strát prechodom a vetraním stavebnou obálkou budovy na hodnoty limitne blízke nule, tým nedodržanie hygienických požiadaviek na výmenu vzduchu prirodzeným vetraním, následne nevyhnutnosť zabezpečenia núteného mechanického vetrania, resp. teplovzdušného vykurovania.

c/ Zmena v koncepcii návrhu systémov vykurovania vzhľadom na mimoriadne malé tepelné straty budovy, skrátenie dĺžky vykurovacieho obdobia cca o 1/3, teda približne od 1.XI. do 31.III., súčasne potreba vykurovania len niekoľko hodín denne.

d/ Uplatnenie obnoviteľných zdrojov energie, hlavne tzv. nízkopotenciálnej energie, teda energie slnka, geotermálnych vôd a prostredia /zem, voda, vzduch/, považovaných za zdroje "čisté" nízko-uhlíkové.

e/ Zníženie podielu energie na vykurovanie v budovách na bývanie iba na 25-35% potreby pri zásobovaní teplom, čo zásadne ovplyvňuje energetickú bilanciu stavebných objektov.

### 2.2. Budovy s takmer nulovou potrebou energie-EPBD

Povinnosť budov s takmer nulovou potrebou energie vyplýva zo smernice Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetickej hospodárnosti budov (ďalej len „EPBD“) [1]. Podľa tejto smernice, všetky nové budovy v EÚ budú musieť mať do 31. decembra 2020 takmer nulovú spotrebu energie. Úlohu verejného sektora, ktorý bude lídrom v energetickej hospodárnosti, zdôraznia znížené limity na získanie certifikátu pre verejné budovy a skoršie termíny, do ktorých by takéto budovy mali mať takmer nulovú spotrebu energie (v roku 2018).

#### 2.2.1. Definícia budovy s takmer nulovou potrebou energie - Rehva

Podľa Kurnitski a kol. [2] je budova s takmer nulovou potrebou energie taká budova, ktorá má potrebu primárnej energie 0 kWh/(m<sup>2</sup> rok). Obyčajne je to budova pripojená k energetickým sieťam, s veľmi vysokou energetickou úrovňou energetickej hospodárnosti. Budova s takmer nulovou potrebou energie má vyváženú spotrebu primárnej energie, takže primárna energia dodávaná do elektrickej siete alebo inej energetickej siete sa rovná primárnej energii dodanej do budovy z týchto energetických sietí. Ročná energetická bilancia 0 kWh/(m<sup>2</sup> rok) primárnej energie obvykle vedie k situácii, keď podstatné množstvo energie vyrobenej priamo na mieste je dodávané do siete. Preto budova s takmer nulovou potrebou energie vyrába energiu keď sú na to vhodné podmienky a spotrebúva dodanú energiu po zvyšok času.

#### 2.2.2. Definícia budovy s takmer nulovou spotrebou energie v SR

V roku 2012 bol prijatý nový zákon č. 300/2012 Z.z. [4], ktorý mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. Nový zákon 300/2012 Z.z. definuje budovu s takmer nulovou potrebou energie ako budovu s veľmi vysokou energetickou hospodárnosťou. Takmer nulové alebo veľmi malé množstvo energie potrebné na užívanie takej budovy musí byť zabezpečené efektívnou tepelnou ochranou a vo vysokej miere energiou dodanou z obnoviteľných zdrojov nachádzajúcich sa v budove alebo v jej blízkosti.

### 2.2.3. Vykonávanie zákona o energetickej náročnosti budov v sr

Horná hranica energetickej triedy B pre všetky ukazovatele určuje nízkoenergetickú úroveň výstavby, horná hranica energetickej triedy A pre jednotlivé ukazovatele a súčasne horná hranica energetickej triedy A1 pre globálny ukazovateľ určujú ultranízkoenergetickú úroveň výstavby. Horná hranica energetickej triedy A0 pre globálny ukazovateľ určuje úroveň výstavby budov s takmer nulovou potrebou energie.

Minimálnou požiadavkou na energetickú hospodárnosť nových budov postavených po 31. decembri 2015 je horná hranica energetickej triedy A1 pre globálny ukazovateľ; významne obnovovaná budova musí túto požiadavku splniť, ak je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné. Pre nové budovy vo vlastníctve orgánov verejnej správy postavené po 31. decembri 2018 a pre všetky ostatné nové budovy postavené po 31. decembri 2020 je minimálnou požiadavkou pre globálny ukazovateľ horná hranica energetickej triedy A0.

### 3. ENERGETICKÁ NÁROČNOSŤ VERSUS VNÚTORNÉ PROSTREDIE BUDOV

Z uvedeného je zrejmé, že znižovanie energetickej náročnosti budov vyvoláva zvýšené nároky na techniku prostredia zabezpečujúcu kvalitu vnútorného prostredia v ich interiéroch. Súčasne so zlepšovaním tepelno-technických vlastností materiálov a konštrukcií, tým i budovy ako celku, sa znižujú tepelné straty v zimnom období, resp. tepelné zisky v období letnom. Tým pádom klesá i potreba energie na vykurovanie, resp. chladenie budov, súčasne sa však zvyšujú požiadavky na ich vetranie v dôsledku takmer úplného zatesnenia obalových konštrukcií.

Vzniká tu paradigma, že znižovanie potreby energie na prevádzku vykurovania a chladenia, teda zabezpečenie optimálnej tepelno-vlhkostnej mikroklímy, súčasne vyvoláva zvýšenie potreby energie na nútené vetranie v dôsledku zabezpečenia hygienicky nevyhnutnej potreby čerstvého vzduchu. Táto skutočnosť dostáva do určitého protikladu na strane jednej energetickej náročnosti budov, na strane druhej ich vnútorné prostredie, čo inými slovami povedané znamená úsporu energie verus pohodu a zdravie...

A aby to nebolo vôbec jednoduché, za všetkým treba vidieť i ekonomické súvislosti. Preto jedným z pragmatických riešení sa javí hľadanie takých energeticky úsporných opatrení, ktoré sú nákladovo optimálne, teda ekono-

micky reálne návratné, súčasne však neovplyvňujúce zdravie a pohodu užívateľov budov. Čiže na jednej strane to bude riešenie primeranej tepelnej ochrany „obálky“ budov s dôrazom najmä na transparentné konštrukcie, súčasne však zabezpečenie hygienicky nevyhnutnej výmeny vzduchu núteným vetraním so spätným získavaním tepla, čo nie je technickým problémom pre budovy nové, avšak môže byť ťažko riešiteľné pri obnove budov existujúcich.

### 4. ZÁVER

Energetická náročnosť a vnútorné prostredie budov sú nadradené fenomény, ktoré si musíme uvedomiť pri komplexnej obnove budov, chápanej ako súčasnej obnove tak stavebnej časti ako i technických systémov. Nie je možné nadradiť jednu druhej a naopak, jedná sa o integrálny proces, kde je potrebná dobrá vzájomná spolupráca a komplexný interdisciplinárny prístup odborníkov mnohých oblastí.

Z predmetného príspevku je zrejmé, že napriek aktuálnosti problematiky domov s takmer nulovou spotrebou energie sa ciele i očakávania čiastočne líšia. Na jednej strane je to nevyhnutnosť minimalizácie spotreby primárnych zdrojov energie využívaných na prevádzku budov, na strane druhej optimalizácia investičných vstupov na zabezpečenie tepelnej ochrany budov, zníženia tepelných strát pri výrobe, akumulácii, distribúcii a odovzdávaní tepla/ elektrickej energie. V každom prípade by však výsledkom mal byť bytový dom, ktorého spotreba energie bude v prvom rade zabezpečená z obnoviteľných zdrojov tepla, v najlepšom prípade inštalovaných priamo v dome, resp. v jeho blízkom okolí.

Budovy s takmer nulovou potrebou energie predstavujú úplne nový fenomén pri návrhu, realizácii a prevádzke budov v zmysle akčného plánu EÚ 20/20/20, s časovým horizontom práve roku 2020. Jedná sa nielen o samotné budovy s takmer nulovou potrebou energie, ale najmä o filozofiu trvalej udržateľnosti architektúry a výstavby s celkovým zámerom v budúcnosti navrhovať, realizovať a prevádzkovať budovy, ktoré budú energeticky aktívne, ekologicky bezpečné a ekonomicky efektívne. Súčasne tieto budovy budú poskytovať pohodu a zdravie v ich vnútornom prostredí.

### Pod'akovanie

*Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, veda, výskumu a športu Slovenskej republiky prostredníctvom grantu KEGA 044STU-4/2018.*

**Literatúra**

- [1] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast).
- [2] Kurnitski, J., Allard, F., Braham, D., Gøeders, G., Heiselberg, P., Jagemar, L., Kosonen, R., Lebrun, J., Mazzarella, L., Railio, J., Seppänen, O., Schmidt, M. and Virta M. (2011) How to define nearly net zero energy buildings nZEB – REHVA proposal for uniformed national implementation of EPBD recast, The REHVA European HVAC Journal, 48 (3), 6-12.
- [3] Zákon č. 555 z 8. novembra 2005 o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [4] Zákon č. 300 z 18. septembra 2012, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov
- [5] Vyhláška č. 364 z 12. novembra 2012, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [6] STN 73 0540-2 (2012) Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky
- [7] Černák, J. (2013) Národný plán zameraný na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie. In: Konferencia Vykurovanie 2013, Stará Ľubovňa.
- [8] Thullner, K., Johansson, D. and Janson, U. (2011) Low energy buildings in Europe –Standards and their consequences on indoor climate. In: Proceedings of Indoor Air 2011, Austin TX
- [9] STN EN 15251 Vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov – kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika