

Vplyv vlastností okna na potrebu tepla pri vykurovaní budov

Influence of window properties on heat requirement for heating of buildings

Doc. Ing. Ivan CHMÚRNÝ, Ph.D.
Stavebná fakulta STU v Bratislave

Článok sa zaoberá vplyvom tepelnotechnických vlastností okien najmä zasklení na potrebu tepla pri vykurovaní budov. Porovnanie tradičného dvojnásobného zasklenia s modernými nízkoemisnými izolačnými zaskleniami robí okno hlavným šetriacim prvkom na fasáde spomedzi stien, striech, podláh a transparentných častí.

Kľúčové slová: vykurovanie, zasklenie, potreba tepla

Recenzent
Doc. Ing. Jiří Bašta, Ph.D.

The article deals with influence of termotechnical properties of windows, especially glazings on heat use for heating. Comparison a traditional double glazed window with low emission coating glazing makes the window the main energy saving element on building facade between roofs, walls, floors and transparent components.

Key words: heating, glazing, heat requirement

1. ÚVOD

Transparentná konštrukcia pri tepelnej ochrane budovy spôsobuje kvantitatívne najväčšie hustoty tepelných tokov v zimnom období a v letnom období sa môže stať hlavným zdrojom neželaných a nadmerných tepelných ziskov. Dnešné pokrokové technológie nových transparentných konštrukcií a prvkov zmenili stavebnofyzikálne vlastnosti výrazným spôsobom. Dlhé roky prakticky nemenené vlastnosti transparentných konštrukcií nadobudli progresívne optické a energetické parametre. Transparentné konštrukcie sa stáva architektonickým komponentom, ktorý sa nemohol v takejto kvalite používať v minulosti. Pokrokové technológie a inovácie umožnili umiestniť na trh výrobky, ktoré majú zvyčajne:

- ❑ nízkoemisné a selektívne zasklenia,
- ❑ dvoj a viacnásobné izolačné zasklenia,
- ❑ plynové výplne inertnými plynmi
- ❑ dištančné profily zasklení s „teplým okrajom“,
- ❑ tepelnotechnicky inovované rámové konštrukcie,
- ❑ zasklenia na reguláciu priepustnosti slnečného žiarenia,
- ❑ inovované materiály na tesnenie škár,
- ❑ vetranie pomocou samoregulačných klapiek, vetracích štrbín.

V našich klimatických podmienkach sa historicky bol neoficiálnym štandardom systém zasklievania na báze dvoch čírych skiel zvyčajne hrúbky 3 mm, ktoré sa používali v zdvojených alebo dvojitých oknách. Prednosti nových nízkoemisných zasklení so selektívnou vrstvou podstatne ovplyvnili nielen tepelnotechnické vlastnosti otvorovej konštrukcie, ale aj vlastnosti miestnosti a celej budovy, najmä ak porovnáваме povrchové teploty na zasklení, tepelné straty, povrchovú kondenzáciu na zasklení, tepelnú pohodu a potrebu tepla na vykurovanie.

1. TEPELNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI OKIEN

Najdôležitejšou vlastnosťou je súčiniteľ prechodu tepla so symbolom U v jednotkách $W/(m^2 \cdot K)$. Udáva tepelný tok (tepelnú stratu v zimnom období) cez $1 m^2$ pri jednotkovom rozdiel teplot. Čím nižšia je táto hodnota, tým má konštrukcia lepšie tepelnoizolačné vlastnosti. Táto hodnota sa môže udávať pre:

- ❑ okno ako výrobok U_{ok} ,
- ❑ zasklenie U_g a rámovú konštrukciu U_f osobitne, pričom výsledná hodnota pre okno sa spočíta definovaným normalizovaným spôsobom podľa STN EN ISO 10077-1 [2].

- ❑ Obidva spôsoby sa dnes pripúšťajú v slovenských aj európskych technických normách. Požiadavky na navrhovanie okien sa dajú zjednodušené vyjadriť týmito pravidlami. V Slovenskej republike podľa STN 73 0540-2 [1] pre okná v obvodovej stene, strešné okná a dvere do priestoru s trvalým pobytom ľudí sa odporúča aby:
 - pri nových budovách $U_{ok} \leq 1,7 W/(m^2 \cdot K)$,
 - pri obnovovaných (rekonštruovaných) budovách $U_{ok} \leq 2,0 W/(m^2 \cdot K)$,

Poznámka recenzenta:

V ČR se podle ČSN 73 0540-2 požaduje u oken a jiných výplní otvorů z vytápěného prostoru (včetně rámu, který má nejvýše $U = 2,0 W/(m^2 \cdot K)$) pro nové konstrukce $U_N = 1,8 W/(m^2 \cdot K)$ a pro upravené $U_N = 2,0 W/(m^2 \cdot K)$ a doporučuje pro nové konstrukce $U_N = 1,2 W/(m^2 \cdot K)$ a pro upravené $U_N = 1,35 W/(m^2 \cdot K)$. Je tedy patrné, že požadované parametry stran součinitele prostupu tepla oken jsou v české i slovenské normě srovnatelné.

Celá otvorová konštrukcia ostatných budov má vyhovovať požiadavkám na zamedzenie povrchovej kondenzácie vodnej pary. Ak nie je možné kondenzácii predísť konštrukčnými opatreniami alebo úpravou prostredia, treba zabezpečiť vhodnú úpravu konštrukcie na zachytenie a odvod kondenzátu.

Pre zasklenie obnovovaných a nových budov sa odporúča použiť zasklenie, ktorého súčiniteľ prechodu tepla $U_g \leq 1,5 W/(m^2 \cdot K)$.

Vyššie hodnoty súčiniteľa prechodu tepla ako sú odporúčané hodnoty môžu mať stavebné konštrukcie nových budov, ak sa splní energetické kritérium t.j. normalizovaná potreba tepla na vykurovanie.

2. URČOVANIE SÚČINITELA PRECHODU TEPLA PODĽA EURÓPSKÝCH NORIEM

Súčiniteľ prechodu tepla okien alebo dverí sa určuje zo vzťahu [2]:

$$U_{ok} = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot I_g}{A_g + A_f}$$

kde

- U_f – je súčiniteľ prechodu tepla rámu a krídla vo $W/(m^2 \cdot K)$,
- A_f – plocha rámovej konštrukcie premietnutá na plochu rovnobežnú so zasklením v m^2
- U_g – súčiniteľ prechodu tepla zasklenia vo $W/(m^2 \cdot K)$,
- A_g – plocha zasklenia v m^2 ,

Ψ_g – lineárny stratový súčiniteľ vo $W/(m.K)$,
 l_g – obvod zasklenia v krídle (m).

Lineárny stratový súčiniteľ Ψ_g vyjadruje vplyv styku zasklenia a krídla na tepelný tok. V mieste tohto styku vzniká tepelný most v dôsledku deformovaného teplotného poľa v blízkosti dištančného profilu (zvyčajne kovového). Tento sa vyjadruje prídavným tepelným tokom vo W na 1 m styku pri jednotkovom rozdieli teplôt vnútorného a vonkajšieho vzduchu. Udávané hodnoty súčiniteľa prechodu zasklenia sú teda bez vplyvu dištančného profilu a udávané hodnoty súčiniteľa prechodu tepla rámovej konštrukcie sú bez vplyvu zasklenia.

Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia na báze

- dvoch čírych skiel sa pohybuje $U_g = 2,7$ až $2,9$ $W/(m^2.K)$,
- nízkoemisného dvojskla $U_g = 1,1$ až $1,8$ $W/(m^2.K)$.

Podľa materiálovej bázy rámovej konštrukcie sa súčiniteľ prechodu tepla pohybuje v rozsahu $U_t = 1,6$ až $2,0$ $W/(m^2.K)$ pri bežných jednoduchých drevených rámových konštrukciách. Pri trojkomorových plastových rámových konštrukciách sa dosahuje $U_t = 1,6$ až $1,7$ $W/(m^2.K)$, nižšie hodnoty sa dosahujú pri štvorkomorových, päťkomorových a šesťkomorových systémoch $U_t = 1,3$ až $1,5$ $W/(m^2.K)$. Kovové rámové profily majú $U_t = 1,9$ až $4,5$ $W/(m^2.K)$ v závislosti od šírky prerušenia tepelného mostu. Tepelnoizolačná schopnosť bežných rámových konštrukcií je nižšia v porovnaní s izolačnými nízkoemisnými zaskleniami alebo nepriesvitnými konštrukciami stien. Pritom rámové konštrukcie predstavujú 20 až 30 % plochy otvorových konštrukcií. Najviac plochy z otvorovej konštrukcie zaberajú plastové rámové konštrukcie. Používajú sa preto aj účinné tepelnoizolačné vložky v drevených lepených rámoch, účinný tepelný izolant v komorách plastových rámov, čím sa dosahujú ešte nižšie hodnoty súčiniteľa prechodu tepla.

Lineárny stratový súčiniteľ nadobúda hodnoty:

- kovové dištančné rámy (hliníkové a ocelové) $\Psi_g = 0,04$ až $0,08$ $W/(m.K)$,
- plastové vystužené kovovým pásikom alebo sklenenými vláknami $\Psi_g = 0,015$ až $0,03$ $W/(m.K)$.

Kombináciou rozličných tepelnotechnických vlastností komponentov okna sa potom dajú získať súčinitele prechodu tepla v širokom rozsahu tepelnoizolačných vlastností. Výslednú hodnotu okna ovplyvňuje pomerná plocha zasklenia a rámovej konštrukcie, geometria okna, konštrukcia okna (jednokrídlové, dvojkrídlové), počet a dĺžka priečnikov, združovanie okien, tepelnotechnické vlastnosti zasklenia, rámu a okraja zasklenia.

3. HODNOTENIE POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE

Výpočet potreby tepla na vykurovanie Q_h je založený na tepelnej bilancii budovy podľa STN EN 832 [3] s uvažovaním:

- potreby tepla na krytie tepelných strát prechodom tepla cez teplovýmenný obal budovy,
- potreby tepla na krytie tepelných strát vetraním a infiltráciou,
- využitelných tepelných ziskov vonkajších okien a dverí (pasívne solárne zisky),
- využitelných interných ziskov z vnútorných zdrojov tepla.

Pri výpočte a hodnotení budov z hľadiska potreby tepla na vykurovanie v STN 73 0540: 2002 sa vychádza:

- a) z obostavaného objemu budovy V_b v m^3 ; základom na výpočet sú pôdorysné rozmery vymedzené vonkajším povrchom obvodových stien jednotlivých vykurovaných podlaží;
- b) z mernej plochy bytových podlaží A_b v m^2 , ktorá je súčtom pôdorysných plôch jednotlivých vykurovaných podlaží určených podľa bodu a);

c) uvažuje sa referenčná vykurovacia sezóna s počtom denostupňov $D = 3\,422$ K.deň a faktor využitia tepelných ziskov sa uvažuje s hodnotou $\eta = 0,95$;

e) merná potreba tepla na vykurovanie v kWh/m^3 na celú vykurovaciu sezónu sa určí zo vzťahu

$$E_1 = \frac{Q_h}{V_b};$$

f) merná potreba tepla na vykurovanie v kWh/m^2 na celú vykurovaciu sezónu sa určí zo vzťahu

$$E_2 = \frac{Q_h}{A_b};$$

g) uvažuje súčet teplovýmenných plôch ΣA_i na teplovýmennom obale budovy, ktoré uzatvárajú vykurovaný objem zo všetkých strán; teplovýmenný obal zahŕňa všetky vonkajšie konštrukcie a vnútorné konštrukcie (strop nad nevykurovaným suterénom alebo podlaha na teréne a prípadne deliace konštrukcie v susednej nevykurovanej budove);

h) faktor tvaru budovy v $1/m$ sa určí zo vzťahu

$$\text{faktor budovy} = \frac{\Sigma A_i}{V_b}.$$

Obytné budovy spĺňajú energetické kritérium [1], ak majú v závislosti na faktore tvaru budovy potrebu tepla $E_1 \leq E_{1,N}$, alebo $E_2 \leq E_{2,N}$

kde $E_{1,N}$ alebo $E_{2,N}$ je normalizovaná hodnota potreby tepla v $kWh/(m^3.rok)$ alebo $kWh/(m^2.rok)$ podľa obr. 1.

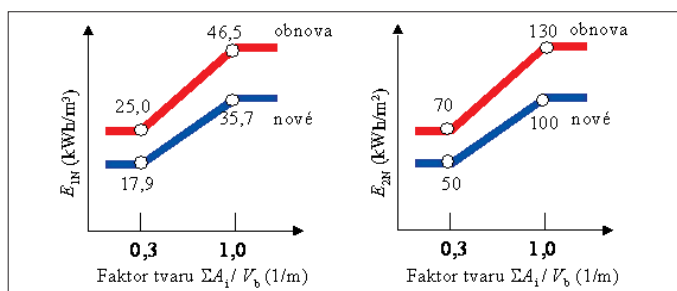
4. VPLYV OKIEN NA POTREBU TEPLA NA VYKUROVANIE

Vplyv vlastností otvorových konštrukcií na potrebu tepla na vykurovanie sa dokumentuje na vplyve hodnoty súčiniteľa prechodu tepla okien bytového domu a rodinného domu podľa obr. 2 a obr. 3. Predpokladá sa že, nepriesvitné konštrukcie strechy a podláh vyhovujú z hľadiska tepelného odporu požiadavkám STN 73 0540-2. Pre rozličné tepelné odpory stien v rozsahu od $R = 2$ až do $3,5$ $m^2.K/W$ sa analyzuje potreba tepla na vykurovanie tak, aby sa splnila požiadavka energetického kritéria. Vidíme že, splnenie požiadavky energetického kritéria sa dá dosiahnuť iba s oknami s nízkoemisným zasklením. Ak má budova okná na báze dvoch čírych skiel, nedá sa splniť pri nových budovách požiadavka na potrebu tepla na vykurovanie.

Dominantou transparentnej konštrukcie je sklo. Sklo sa dnes využíva na konštrukciu progresívnych nízkoemisných a selektívnych izolačných zasklení, ktorých vlastností sa podstatne líšia od bežného číreho dvojskla.

Pri efektívne izolovaných nepriesvitných fragmentoch stien sa dosahuje $U = 0,3$ $W/(m^2.K)$. Tradičné dvojsklo s čírymi sklami má $U_g = 2,7$ až $2,9$ $W/(m^2.K)$. Teda takmer desaťnásobne vyšší tepelný tok (tepelná strata v zimnom období) sa šíri prechodom tepla cez tradičné zasklenie ako cez stenu. Uplatnenie nízkoemisných zasklení s výplňou inertným plynom tento veľký rozdiel podstatne eliminuje. Je určitým tepelnoizolačným paradoxom navrhovanie nových budov s nepriesvitnými obvodovými konštrukciami stien a striech so súčiniteľmi prechodu tepla $U = 0,2$ až $0,5$ $W/(m^2.K)$ a ich kombinovanie s tradičným zasklením na báze dvoch čírych skiel.

Takýto prístup je nesprávny a odporuje dnešným požiadavkám noriem. Nie je v súlade s trendom šetriť energiu na vykurovanie. Izolačné nízkoemisné

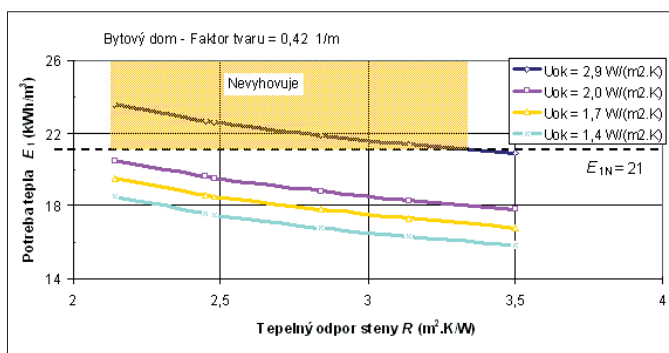


Obr. 1 – Normalizované hodnoty potreby tepla na vykurovanie v STN 73 0540 [1]

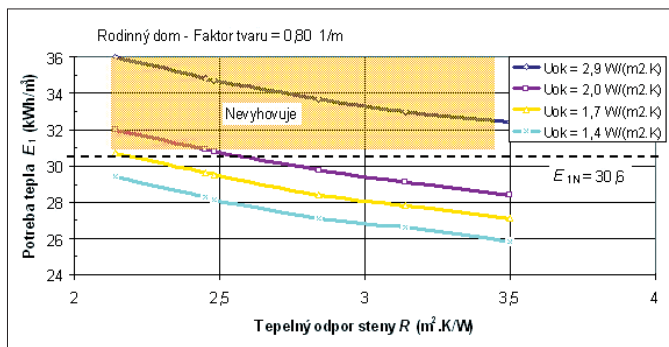
dvojsklá s výplňou inertným plynom sú najefektívnejšou cestou v súčasnosti šetriť energiu potrebnú na vykurovanie. Uplatnenie týchto moderných zasklení je pritom efektívne tak v novej výstavbe ako aj rekonštrukciách budov. Pri navrhovaní z hľadiska tepelnej ochrany sa predpokladá použitie nízkoemisných zasklení do okien nových budov ale aj obnovovaných (rekonštruovaných) budov.

Použité zdroje:

- [1] [STN 73 0540 1 až 4 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov. ÚNMS SR, 2002
- [2] [STN EN ISO 10077-1 Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla, ÚNMS SR, Júl 2002
- [3] [STN EN 832 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie. Budovy na bývanie, ÚNMS SR, Júl 2001. ■



Obr. 2 – Vplyv vlastnosti okien na potrebu tepla bytového domu



Obr. 3 – Vplyv vlastnosti okien na potrebu tepla rodinného domu