

# ENERGETICKÉ A EKONOMICKÉ DŮSLEDKY VOLBY DRUHU ZASKLENÍ

Ing. Petr Školník

V článku je uvedeno porovnání energetické náročnosti konkrétní budovy při použití různých typů izolačních skel včetně jejich hodnocení z hlediska ekonomického.

## Úvod

Běžný zákazník se výběru oken rozhoduje v první řadě podle ceny a následně podle hodnoty součinitele prostupu tepla, protože tuto hodnotu mnoho výrobců ve svých propagačních materiálech stále prezentuje jako téměř jedinou vlastnost okna, která rozhoduje o jeho výsledné kvalitě.

Tento parametr je součástí konkurenčního boje, kdy se výrobci snaží u svých oken dosáhnout být jen o desetinu nižší součinitel prostupu tepla. Zákazníci si pak vykládají toto nepatrné zlepšení jako faktor kvality okna a pozitivně je to ovlivní při výběru oken. V následujícím příkladě je uvedeno, že tato „desetina“ ještě nemusí znamenat, že výsledky (úspora energie) s tímto oknem budou lepší.

Zasklení se na tepelných vlastnostech otvorových výplní, vzhledem k poměru své plochy k ploše rámu, podílí podstatnou měrou. Poté, co se vývoj současných typů rámu dostal na hranici svých možností (počet komor, stavební hloubka profilu atd.), se výrobci otvorových výplní snaží kromě kombinování různých typů materiálů

v rámech, dosáhnout co nejnižších hodnot součinitele prostupu tepla  $U_w$  používáním zasklení se stále nižším součinitelem prostupu tepla skla  $U_g$ . Ovšem i u skel jsou jisté hranice, které zatím nebyly překročeny. Výrobci skel se snaží vyvíjet zejména nové typy pokovení, které dosahují velmi nízké emisivity a snižují tak výsledné  $U_g$ . Tento trend má svá pro i proti. S klesající hodnotou součinitele prostupu tepla zasklení klesá i hodnota solárního faktoru

zasklení. Čím nižší je solární faktor  $g$ , tím jsou nižší pasivní solární zisky, což je nežádoucí z hlediska potřeby energie na vytápění v zimním a přechodném období. Tuto energii je pak nutné dodat zvýšenou potřebou tepla na vytápění. Alternativu k těmto sklům tvoří dvojskla s meziskelní fólií s nízkoemisivní vrstvou. Tato zasklení vykazují vyšší hodnoty solárního faktoru než trojskla se stejným  $U_g$  ovšem za cenu několikanásobně vyšších pořizovacích nákladů.



Obrázek 1 – severní průčelí

## Vybrané typy izolačních skel

Tabulka 1 – druhy zasklení uvažované při výpočtech

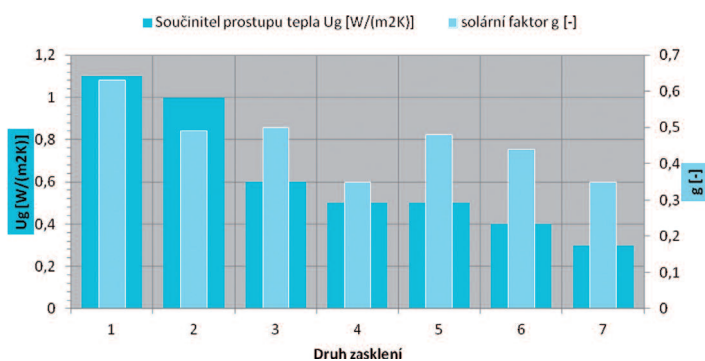
č.	popis (složení, pokovení)	Výplň mezery	$U_g$	$g$	Cena	EM
			[W/(m <sup>2</sup> K)]	[-]	[Kč/m <sup>2</sup> ]	[MJ/m <sup>2</sup> ]
1	Dvojsklo (4-16-4) s pokovením A na pozici 3	Ar	1,1	0,63	700	383
2	Dvojsklo (4-16-4) s pokovením B na pozici 3	Ar	1,0	0,49	900	383
3	Trojsklo (4-14-4-14-4) s pokovením A na pozici 2 a 5	Ar	0,6	0,50	1000	528
4	Trojsklo (4-16-4-16-4) s pokovením B na pozici 2 a 5	Ar	0,5	0,35	1500	528*
5	Dvojsklo s 1 meziskelní fólií 4-2x18-4 (2 pokovená skla)	Ar	0,5	0,48	4000	428
6	Čtyřsklo (4-12-4-12-4) s pokovením	Kr	0,4	0,44	4500	967
7	Dvojsklo se 2 meziskelními fóliemi 4-3x12-4 (2 pokovená skla)	Kr	0,3	0,35	4600	747

\* - hodnoty výrobní energetické náročnosti jsou převzaty a vypočteny z údajů v [1]

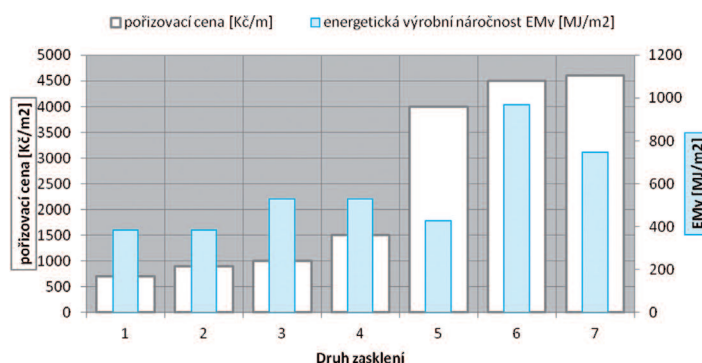
Pozn.: pokovení B má nižší emisivitu než A což se projeví na poklesu hodnot  $g$  i  $U_g$ , ceny jsou převzaty z [2] a [6]

Jako alternativa k běžným izolačním sklům č. 1 – 4 bylo uvažováno i se zasklení čtyřsklem (č. 6) a izolačním sklem s výplní kryptonem s meziskelní fólií (č. 5 a 7). Základním typem zasklení, se kterým byla dále porovnávána ostatní zasklení je standardní dvojsklo s  $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , s nímž některá okna již dosahují doporučené hodnoty  $U_w = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Dále byla hodnocena i varianta kombinace skel – dvojskla na jižní fasádu pro zvýšení solárních zisků a trojskla na severní fasádu pro zvýšení tepelné izolace. V následujících grafech 1 a 2 jsou znázorněny vlastnosti jednotlivých skel.

Graf 1 – Součinitel prostupu tepla a solární faktor zasklení



Graf 2 – Výrobní energetické náročnosti a cena zasklení

**Uvažované parametry hodnoceného objektu**

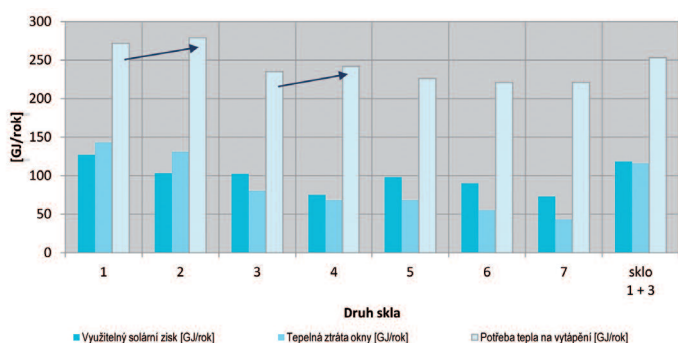
- Vytápěná podlahová plocha / obestavěný objem : 1860m<sup>2</sup> / 5556m<sup>3</sup>
- Neprůsvitné konstrukce s doporučenými hodnotami U: stěna 0,2 W/(m<sup>2</sup>K); střecha 0,16 W/(m<sup>2</sup>K); podlaha 0,4 W/(m<sup>2</sup>K)
- Plocha neprůsvitných svislých / průsvitných konstrukcí: 877m<sup>2</sup> / 288m<sup>2</sup> (128m<sup>2</sup> na sever a 160m<sup>2</sup> na jih)
- Korekční činitel: zasklení 0,7; clonění 0,9; stínění 0,69 - 1,0

Při výpočtu bylo počítáno s normou ČSN 730540-2 doporučenými hodnotami součinitele prostupu tepla pro neprůsvitné konstrukce obálky budovy. Výpočty byly provedeny v programu Energie pro každý typ zasklení z tabulky 1.

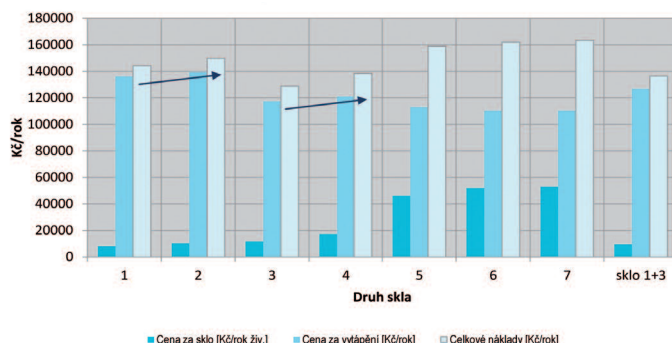
Tabulka 2 – porovnání z energetického hlediska

Druh zasklení	1	2	3	4	5	6	7	kombinace skel 1 + 3
U <sub>g</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,1	1,0	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	1,1 + 0,6
Využitelný solární zisk [GJ/rok]	127	103	102	75	98	90	73	118
změna v % oproti sklu č. 1	0	-19	-20	-41	-23	-30	-42	-7
Tepelná ztráta okny [GJ/rok]	143	131	80	68	68	55	43	116
změna v % oproti sklu č. 1	0	-9	-44	-53	-53	-62	-70	-19
Potřeba tepla na vytápění [GJ/rok]	272	279	235	242	226	221	221	253
změna v % oproti sklu č. 1	0	3	-14	-11	-17	-19	-19	-7

Graf 3 – porovnání z energetického hlediska



Graf 4 – porovnání z ekonomického hlediska

**Vliv druhu zasklení na potřebu tepla na vytápění**

Hodnocení bylo provedeno na běžném panelovém bytovém domě s orientací průčelí sever – jih. Jsou použita dvojskla a trojskla standardního složení. Do výpočtu jsou

vybrána izolační skla s širokým rozptylem součinitele prostupu tepla a ta, která jsou standardně nabízena běžným zákazníkům a používána v praxi. Nejedná se tedy o optimalizovaná zasklení, která mají i při nízké hodnotě U<sub>g</sub> vyšší hodnotu solárního faktoru<sub>g</sub>

a tudíž jsou schopna propustit větší množství energie ze slunečního záření za dosažením vyšších solárních zisků v zimním období. Skladba skel (počet a šířka meziskelního prostoru) je taková, aby s daným pokovením dosahovala co nejnižšího U<sub>g</sub>.

### Hodnocení z energetického hlediska

Pokud uvažujeme zasklení č. 1 (dvojsklo s  $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ) jako základní, se kterým jsou porovnávány ostatní typy skel, pak je z tabulky 2 a grafu 3 zřejmé, že potřeba tepla na vytápění s použitím skel s nižším  $U_g$  nemusí nutně vykazovat nižší hodnoty. Jak je vidět při porovnání dvojskel 1 – 2, pak sklo s o desetinu nižším  $U_g$  (č. 2) a „lepší“ pokovením, vykazuje ve výsledku vyšší potřebu tepla na vytápění celého objektu o 2–3 % než u skla s běžným pokovením (č. 1). Obdobně je tomu při porovnání běžného trojskla č. 3 a trojskla 4 s lepším pokovením.

### Hodnocení z ekonomického hlediska

Při obdobném porovnání jako v předchozím případě ovšem z hlediska financí je výsledek podobný. Součtem nákladů na pořízení skla, které jsou přepočteny na 1 rok (uvažovaná životnost 25 let) a ceny za vytápění za rok (uvažovaná cena tepla 500 Kč/GJ), získáme celkové roční náklady. Porovnáním těchto hodnot lze dojít k závěru, že použitím dvojskla č. 2 se zvýší roční náklady o 4 % v porovnání se sklem č. 1, které má horší  $U_g$ . Podobně je tomu i u trojskel č. 3 a 4, kdy použitím dražšího trojskla č. 4 dosáhneme vyšších nákladů než v případě skla č. 3, které má horší  $U_g$ . U skel

č. 5 – 7 je situace jiná. S jejich použitím sice dosáhneme nižších nákladů na vytápění, ovšem z důvodů jejich vysoké ceny jsou výsledné celkové náklady vyšší cca o 10 – 13 % než u skel č. 1 – 4.

### Závěr

Pro hodnocený objekt s uvažovanými výpočtovými parametry neprůsvitné části obvodového pláště platí, že z hlediska energetických úspor je méně výhodné použití izolačních skel s „lepší“ pokovením (č. 2, resp. 4), neboť dosahují nepatrně horších výsledků než stejné typy skel s běžným pokovením (č. 1 resp. 3) a z ekonomického hlediska je nevhodné použití izolačních skel s nízkoemisivními fóliemi a skel s výplní kryptonem, jelikož efektivnost úspory energie neodpovídá vysoké ceně těchto výrobků. Tyto závěry platí při uvažování cen platných pro rok 2012 (zdroj [2] a [6]).

**Uvedené závěry platí pro konkrétní objekt a konkrétní cenikové ceny skel a neznamená to, že tato tvrzení platí obecně. Výsledky jsou vždy závislé na mnoha faktorech, jako je geometrie stavby, velikost otvorů, orientace ke světovým stranám, vlastnosti ostatních konstrukcí, podmínky vnějšího a vnitřního prostředí, uvažované životnosti, ceny energií atd.**

### Použitá literatura:

- [1] kolektiv IBO Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Details for Passive Houses: A Catalogue of Ecologically Rated Constructions. Springer, 2008  
 [2] [www.akutherm.cz](http://www.akutherm.cz)  
 [3] [www.yourglass.com](http://www.yourglass.com)  
 [4] [www.saint-gobain-glass.com](http://www.saint-gobain-glass.com)  
 [5] [www.izolacniskla.cz](http://www.izolacniskla.cz)  
 [6] [www.intrading.cz](http://www.intrading.cz)



Obrázek 2 – jižní průčelí

Tabulka 3 – porovnání z ekonomického hlediska

Druh zasklení	1	2	3	4	5	6	7	kombinace 1 + 3
$U_g$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,1	1,0	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	1,1 + 0,6
EMc [GJ/obj.]	110,3	110,3	152,1	152,1	123,3	278,5	215,1	134,0
změna v % oproti sklu č.1	0	0	38	38	12	153	95	21
Cena skla celkem [tis. Kč/objekt]	202	260	288	432	1152	1296	1325	240
změna v % oproti sklu č.1	0	29	43	114	471	543	557	19
Cena skla [Kč/rok živ.]*	8064	10368	11520	17280	46080	51840	52992	9620
Cena za vytápění [Kč/rok]	136180	139266	117298	121072	112895	110245	110324	126845
Celkové náklady [Kč/rok]*	144245	149635	128818	138352	158975	162085	163317	136446
změna v % oproti sklu č.1	0	4	-11	-4	10	12	13	-5

\*) náklady rozpočítané na dobu životnosti uvažovanou 25 let