

**Studie úspory energie a tepelné izolace
u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným
celkovým prostupem sluneční energie**



Exekutivní souhrn

Projekt 410 36089

Klient:

AGC Flat Glass Europe SA-NV
Chausseè de la Hulpe 166
1170 Bruxelles
Belgie

Projekt:

**Studie úspory energie a tepelné izolace u vysoce výkonných jednotek izolačního
trojskla s optimalizovaným celkovým prostupem sluneční energie**

Kalkulace pro rezidenční budovy

Projektová zpráva (exekutivní souhrn)

Tato zpráva je exekutivním souhrnem zprávy č. 410 36089.
Říjen 2008

**Studie úspory energie a tepelné izolace
u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným
celkovým prostupem sluneční energie**

Projektový manažer Dipl.-Phys. Michael Rossa

Editace Dipl.-Phys. Horst Kellermann

Rosenheim, říjen 2008

Studie úspory energie a tepelné izolace u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným celkovým prostupem sluneční energie

1 Úvod

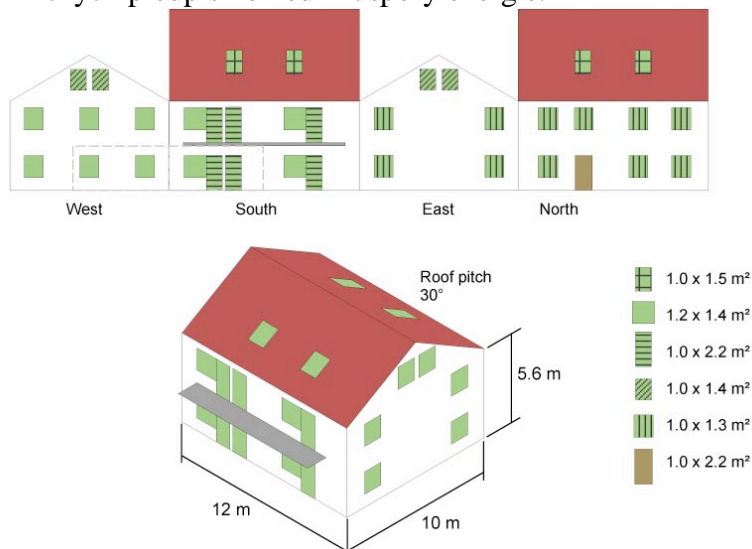
V důsledku Předpisů ohledně úspory energie 2009 a 2012 budou zpřísněny požadavky na tepelnou izolaci budov. Není proto překvapivé, že se stále častěji používají izolační trojskla s součinitelem prostupu tepla zasklením $U_g = 0,8 - 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a celkovým prostupem sluneční energie (hodnota g resp. zkratka SF) přibližně 48% až 60%.

Z tohoto důvodu AGC Flat Glass Europe SA-NV, Chaussee de la Hupe 166, B-1170 Bruxelles pověřila **ift** prozkoumáním účinků, které mají jednotky izolačního skla s různými hodnotami U_g a hodnotami g na spotřebu energie (roční množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor) v rezidenční budově. Byly provedeny kalkulace v souladu se současnými Předpisy ohledně úspory energie pro rodinný dvojdomek. Roční množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor je energie, kterou vytápěcí systém musí vydat do budovy, aby se v ní zachovala stanovená pokojová teplota. Studie pracovala s ročním množstvím celkového tepla Q_h použitého pro vnitřní prostory; velikost není závislá na projektování systému a vektoru použité energie.

Studie především hledala odpověď na otázku, zda by optimalizovaná hodnota g = 63% Planibelu Tri na Clearvision v kombinaci s hodnotou $U_g = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vedla k podstatným úsporám energie ve srovnání s jinými jednotkami izolačního dvojskla a trojskla.

Z briefingu také vyplynul požadavek na prozkoumání protisluneční ochrany v létě v případě různých typů izolačních skel.

Za tímto účelem bylo spočítáno roční množství celkového tepla Q_h použitého k vytápění vnitřních prostor pro (nově postavený) rodinný dvojdomek (viz Obr. 1) a starší budovu se stejným uspořádáním, za použití metody měsíčního zůstatku podle DIN V 4108-6 a mezních podmínek Německých předpisů ohledně úspory energie.



Obr. 1 Rozměry, uspořádání a orientace rodinného dvojdومku (novostavba a starší budova) pro účely kalkulace

poz.k obr. 1

Západ

Jih

Východ

Sever

Úhel sklonu střechy 30%

Studie úspory energie a tepelné izolace u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným celkovým prostupem sluneční energie

1.1 Výsledky a hodnocení kalkulací

1.1.1 Roční množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor a úspora energie v případě nově postavené budovy

Roční množství celkového tepla Q_h použitého k vytápění vnitřních prostor bylo spočítáno pro jednotky izolačního skla uvedené v tabulce 1. Stavební prvky a stupeň tepelné izolace budovy byly zvoleny tak, aby odpovídaly požadavkům Předpisů ohledně úspory energie 2007. Budova použitá pro účel kalkulace byla orientována na jih, aby se maximalizovaly veškeré pasivní zisky sluneční energie. Vertikální zasklení byla pro modelovou kalkulaci a srovnání změněna podle tabulky 1. Planibel Top N+ byl zvolen jako standard pro jednotku izolačního skla s hodnotou $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

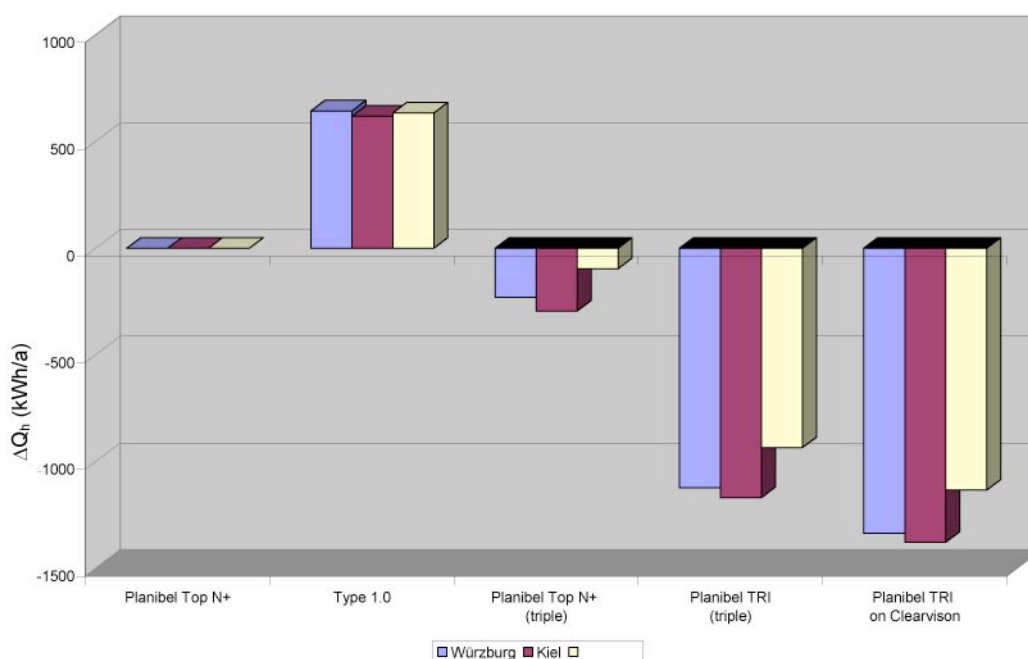
Tabulka 1 Hodnoty U_g , prostupnost světla a hodnota g jednotek dvojskla a trojskla použitých v modelu kalkulace.

Izolační sklo	Typ	Prostupnost světla EN 410		Solární faktor EN 410 SF(%)	Hodnota U_{g} EN 673 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
		LT (%)	SF(%)		
Planibel Top N+ *)	dvojsklo	78	61		1,1
Typ 1.0	dvosklo	71	49		1,0
Planibel Top N+	trojsklo	70	48		0,7
Planibel TRI	trojsklo	72	60		0,7
Planibel TRI na Clearvision trojsklo		74	63		0,7

Spektrometrická data v souladu s EN 410, hodnota U_g v souladu s EN 673

*) Platí také pro všechna podobná Low-E zasklení s $U_g = 1,1 \text{ W}$ a $g = 63\%$

Změny v ročním množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor zapříčiněné různými jednotkami skla lze vidět při pohledu na hodnotu změny ΔQ_h ve srovnání se zasklením Planibel Top N+ v diagramu 1.



Studie úspory energie a tepelné izolace u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným celkovým prostupem sluneční energie

Diagram 1 Změna v ročním množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor ΔQ_h v případě různých systémů zasklení v lokalitách Würzburg, Kiel a Freiburg ve srovnání s Planibelem Top N+ (Low E 1,1)

Také je možné převést úsporu nebo zvýšenou spotřebu energie vyjádřenou v ročním množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor na ekvivalentní množství topné nafty tak, že použijeme údaj o výhřevnosti topné nafty.

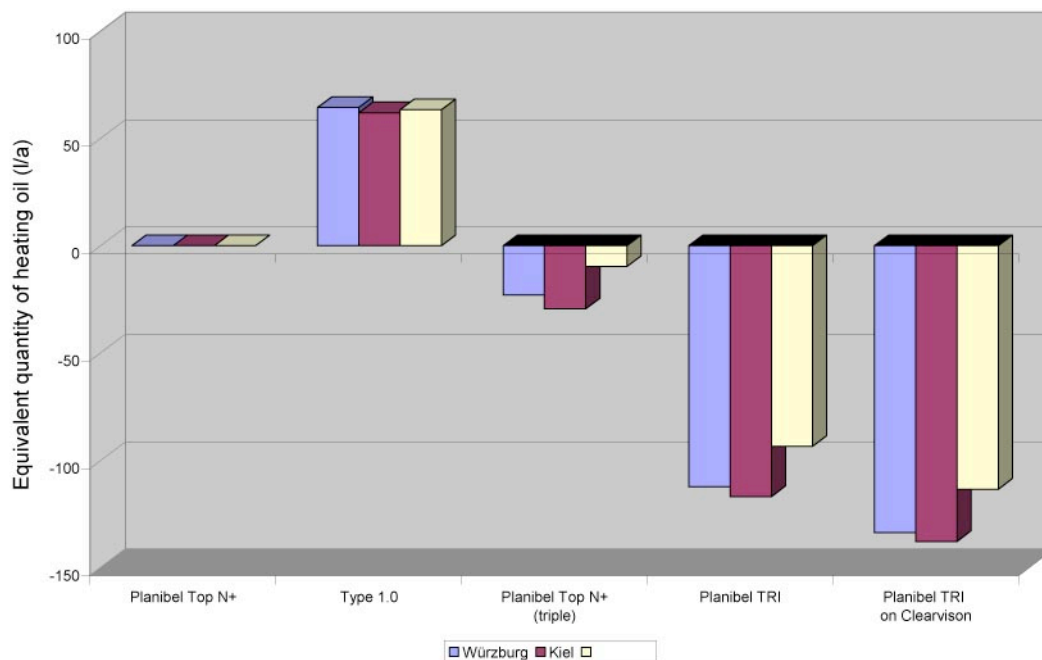


Diagram 2 Ekvivalentní množství topné nafty (úspora/ zvýšená spotřeba) v litrech za rok pro různé systémy zasklení v lokalitách Würzburg, Kiel a Freiburg ve srovnání s Planibelem Top N+ (Low E 1,1)

Pozn. k diagramu 2

Ekvivalentní množství topné nafty

Kalkulace ukazují, že optimalizace hodnoty U_g se do výrazné míry ruší díky snížené hodnotě g . To jasně prokazuje srovnání jednotek dvojskla Typ 1.0 s jednotkami trojskla Planibel Top N+ v diagramu 2.

Při použití jednotky izolačního skla (Typ 1.0) s hodnotou $U_g = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ se roční množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor navzdory očekávání nesníží, nýbrž zvýší. Důvodem je poměrně malé zlepšení hodnoty U_g v zasklení doprovázené snížením hodnoty g pod 50%.

Pouze optimalizovaná hodnota g Planibelu TRI a Planibelu TRI na Clearvision, t.j. hodnota g 60% a 63% v tomto pořadí, s hodnotou $U_g = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ poskytne maximální úsporu v kalkulaci ročního množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor.

Rozdíl mezi lokalitami Freiburg, Würzburg a Kiel v ročním množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor vyplývá částečně z mírnějšího klimatu s vyšším měsíčním průměrem venkovních teplot a částečně z vyššího měsíčního průměru slunečního záření ve Freiburgu a vede ke snížení ročního množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor v tomto městě.

1.1.2 Množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor a úspora energie ve starší budově

Studie úspory energie a tepelné izolace u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným celkovým prostupem sluneční energie

Druhá kalkulace vychází z modelu dvojdomku, který má stejné uspořádání jako výše popsané novostavba, ale jeho norma pro tepelnou izolaci je z 80. let. Studie se soustředí výhradně na výměnu okna/ jednotky izolačního skla za účelem úspory energie. Je nicméně potřeba zdůraznit, že abychom se vyhnuli problémům týkajícím se stavební fyziky, jako je například kondenzace/ vlhkost, a tím riziku tvoření plísní, jsou kromě pouhé výměny oken zapotřebí další opatření pro zlepšení úrovně tepelné izolace.

Stejně jako v předchozím případě byly provedeny kalkulace pro lokality Kiel, Würzburg a Freiburg. Kalkulace byly provedeny pro systémy zasklení uvedené v tabulce 2.

Studie úspory energie a tepelné izolace u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným celkovým prostupem sluneční energie

Tabulka 2 Hodnoty U_g , hodnota g a prostupnost světla u izolačních dvojskel a trojskel použitých v modelu kalkulace

Izolační sklo	Typ	Prostupnost světla EN 410 LT(%)	Solární faktor EN 410 SF(%)	Hodnota U_g - EN 673 W/(m ² K)
Planibel Clear dvojsklo		81	77	2,7
Planibel Plus	dvojsklo	78	67	1,5
Planibel Top N+ *)	dvojsklo	78	61	1,1
Planibel Top N+	trojsklo	70	48	0,7
Planibel TRI	trojsklo	72	60	0,7
Planibel TRI na Clearvision trojsklo		74	63	0,7

Spektrometrická data v souladu s EN 410, hodnota U_g v souladu s EN 673

*) Platí také pro všechna podobná Low-E zasklení s $U_g = 1,1$ W a $g = 63\%$

Diagram 3 ukazuje dosažitelný potenciál úspory v oblasti ročního množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor v případě různých typů zasklení ve srovnání s izolačním dvojsklem s Planibelem Clear.

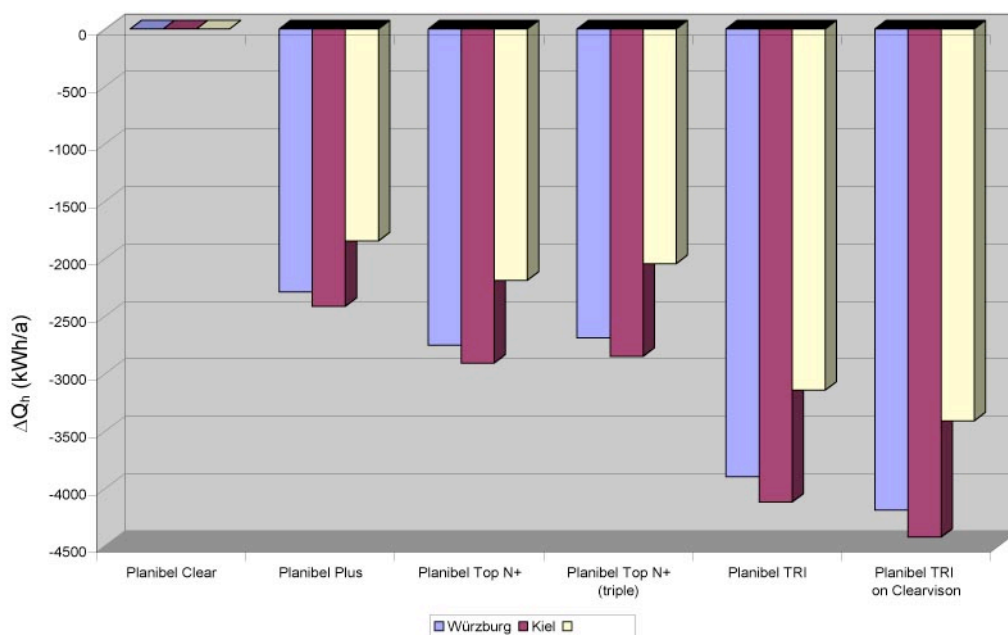


Diagram 3 Změna systémů - roční množství celkového tepla použitého k vytápění vnitřních prostor Q_h v případě různých typů zasklení v lokalitách Würzburg, Kiel a Freiburg ve srovnání s Planibelem Clear

Studie úspory energie a tepelné izolace u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným celkovým prostupem sluneční energie

Diagram 4 ilustruje stejnou situaci vyjádřenou ve formě spočítané ekvivalentní úspory topné nafty za rok.

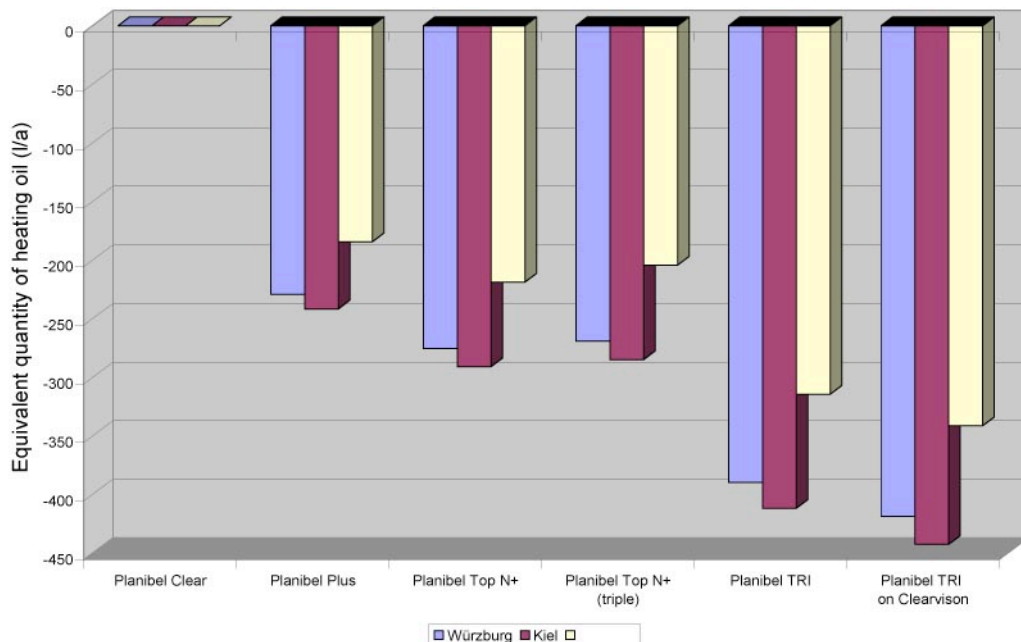


Diagram 4 Ekvivalentní úspora topné nafty v litrech v případě různých typů zasklení pro lokality Würzburg, Kiel a Freiburg ve srovnání s Planibelem Clear

Modelové kalkulace ukazují, že v případě starších budov existuje výrazný potenciál pro úsporu energie – např. pokud okna nahradíme vysoce výkonnými izolačními systémy zasklení. Stejně velký význam má u starých budov využití sluneční energie. Planibel TRI na Clearvision s hodnotou $g = 63\%$ poskytuje významný potenciál pro úsporu ve srovnání s Planibelem Top N+ s hodnotou $g = 48\%$, a to výhradně v důsledku vysokého celkového prostupu sluneční energie skrze zasklení. Kalkulace ukazují, že Planibel TRI na Clearvision poskytuje podle kalkulačního modelu nejvyšší potenciál úspor, pokud jde o množství celkového tepla použitého ročně k vytápění vnitřních prostor.

Rozdíly mezi lokalitami Freiburg, Würzburg a Kiel vyplývají z mírnějšího klimatu a vyššího poměru slunečního záření ve Freiburgu.

1.1.3 Tepelná izolace v létě

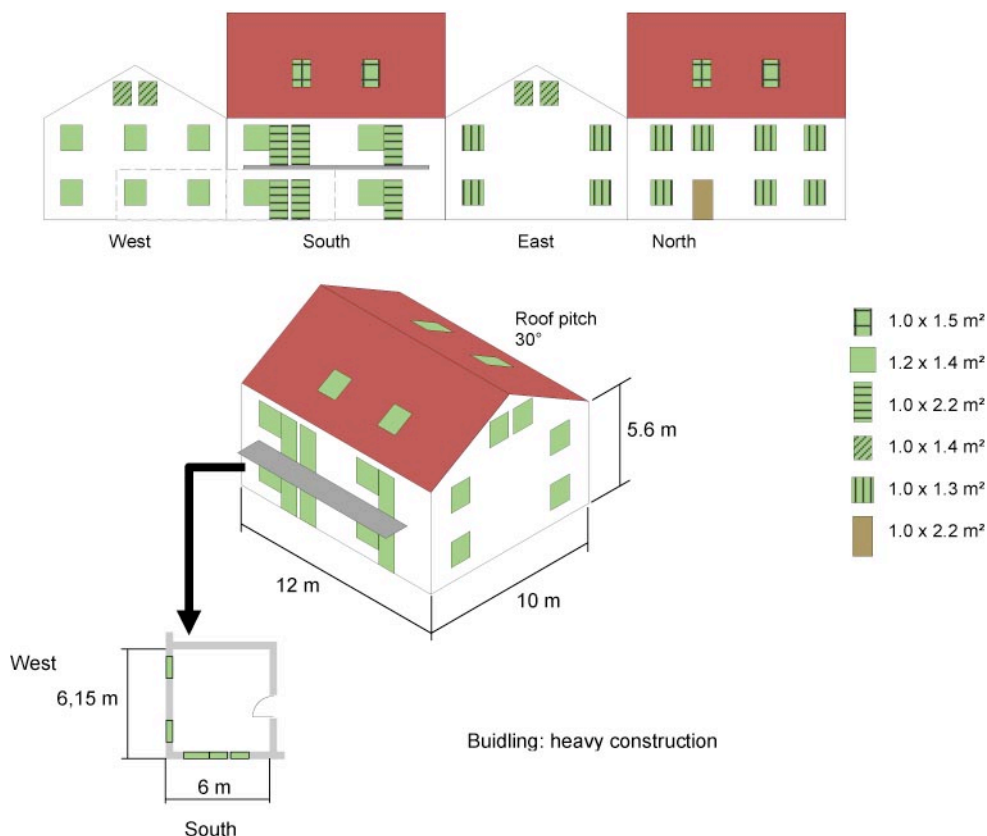
Kromě tepelné izolace jako takové hraje důležitou roli při zajišťování pohodlných teplot v rezidenčních budovách protisluneční ochrana. Proto, kromě kalkulace množství celkového tepla použitého ročně k vytápění vnitřních prostor, zahrnuje projekt i tepelnou izolaci v létě. DIN 4108-2 stanovuje minimální požadavky na tepelnou izolaci v létě, které byly zkoumány u systémů zasklení uvedených v tabulce 3 pro novostavbu i starší budovu.

Studie úspory energie a tepelné izolace u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným celkovým prostupem sluneční energie

Tabulka 3 Seznam izolačních skel zahrnutých do kalkulací pro tepelnou izolaci v létě v souladu s DIN 4108-2

Izolační sklo	Typ	Prostup světla EN 410 LT(%)	Solární faktor EN 410 SF(%)	Hodnota U_g - EN 673 W/(m ² K)
Planibel Clear dvojsklo		81	77	2,7
Planibel Plus dvojsklo		78	67	1,5
Planibel Top N+ dvojsklo		78	61	1,1
Planibel Top N+ trojsklo		70	48	0,7
Planibel TRI trojsklo		72	60	0,7
Planibel TRI na Clearvision trojsklo		74	63	0,7

Pro kalkulaci tepelné izolace v létě byla zvolena rohová místnost orientovaná na jih a západ (viz Obr. 2). Kalkulace byly provedeny pro tři typy letního klimatu: **A – chladná léta, B – mírná léta a C – horká léta.**



Obr. 2 Rohová místnost (obývací pokoj) zvolená pro kalkulaci tepelné izolace v létě; balkon není posuzován jako clona, abychom tak brali v úvahu nejméně příznivý případ

Pozn. k obr.2

Západ Jih Východ Sever

Úhel sklonu střechy 30%

Budova: masivní stavba

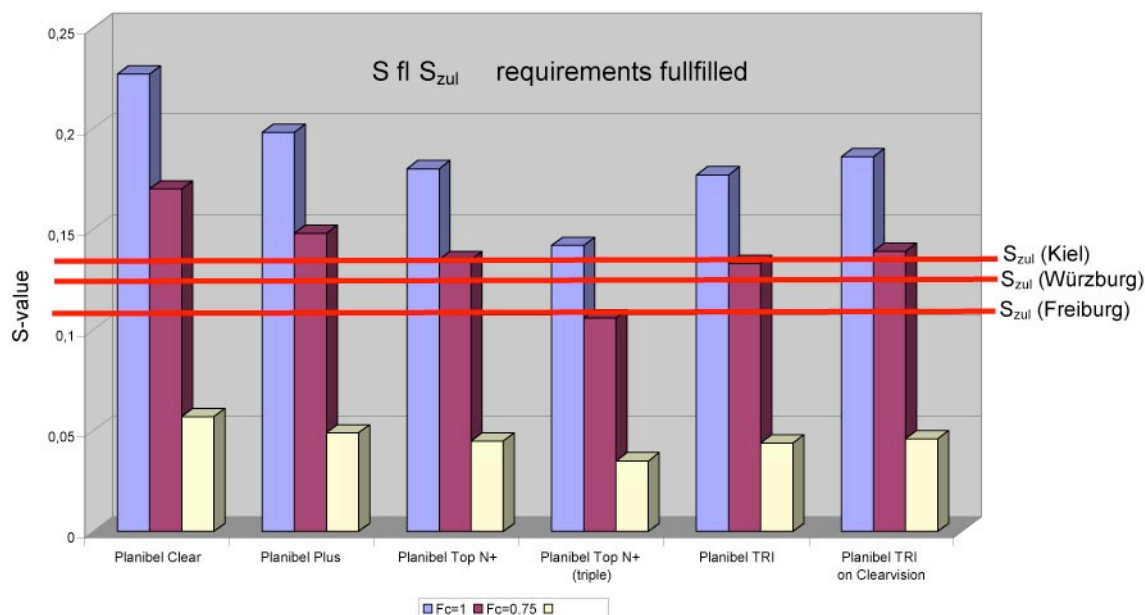
Studie úspory energie a tepelné izolace u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným celkovým prostupem sluneční energie

V důsledku odlišných mezních podmínek v případě různých typů letního klimatu má stejné uspořádání a výstavba místnosti za následek odlišné přípustné charakteristické hodnoty slunečního záření S_{zul} , které nesmí být překročeny v souladu s DIN 4108-2 a Předpisy pro úsporu energie z roku 2007. Přípustné charakteristické hodnoty slunečního záření jsou uvedeny v diagramu 5.

V následujících případech byla stanovena charakteristická hodnota S pro protisluneční ochranu:

1. Zasklení bez přídavného zařízení pro clonění slunečního záření ($F_c = 1$)
2. Zasklení s interním zařízením pro clonění slunečního záření ($F_c = 0,75$)
3. Zasklení s externím zařízením pro clonění slunečního záření ($F_c = 0,3$)

Výsledky jsou uvedeny v diagramu 5.



$S < / = S_{zul}$ požadavky naplněny

Legenda: F_c = faktor korekce clonění, $F_c = 1$ bez protisluneční ochrany, $F_c = 0,75$ interní protisluneční ochrana, $F_c = 0,3$ externí protisluneční ochrana

Diagram 5 Charakteristická hodnota protisluneční ochrany S ('Sonneneintragskennwert') a přípustná charakteristická hodnota protisluneční ochrany v souladu s DIN 4108-2 pro různé typy zařízení protisluneční ochrany v klimatických kategoriích A, B a C

Výsledek ukazuje, že pro zajištění náležitě tepelné izolace v létě je zapotřebí interní či externí zařízení protisluneční ochrany. Externí zařízení pro protisluneční ochranu (např. rolety, externí žaluzie) ve všech případech vyhovují požadavkům. Interní zařízení pro protisluneční ochranu v některých případech požadavkům na tepelnou izolaci nevyhovují. Při výběru interních zařízení pro protisluneční ochranu je proto potřeba přesně spočítat koeficient snížení (musí být menší než 0,75 v případě modelu kalkulace). Při srovnání interních systémů protisluneční ochrany poskytují výhodu systémy s vysokým stupněm odrazení slunečního záření.

Souhrn

V modelových kalkulacích se ukázalo, že vysoce výkonné jednotky izolačního skla s optimalizovanou hodnotou g , jako je například Planibel TRI na Clearvision, mají zřetelné výhody, protože v případě tohoto zasklení byla optimalizována nejen hodnota U_g , ale i hodnota g . To má za následek vysoké zisky sluneční energie a zároveň nízké ztráty tepla unikajícího skrze jednotku izolačního skla.

**Studie úspory energie a tepelné izolace
u vysoce výkonných jednotek izolačního trojskla s optimalizovaným
celkovým prostupem sluneční energie**

Požadavkům na tepelnou izolaci v létě v případě testovaných jednotek izolačního skla lze vyhovět za pomoci instalace vhodných interních či externích zařízení pro protisluneční ochranu.

**ift
ROSENHEIM**

**ift Rosenheim
Theodor-Gietl-Str. 7-9
83026 Rosenheim**

**Telefon +49 (0) 8031 261-0
Telefax +49 (0) 8031 261-290**

**E-mail: info@ift-rosenheim.de
<http://www.ift-rosenheim.de>**