

# HEAT MIRROR™

IZOLAČNÍ SKLA INTERM



IZOLAČNÍ SKLA

 Southwall  
Technologies

## IZOLAČNÍ SKLA s.r.o.

### **Naše sídlo:**

Staňkova 18, 612 00 Brno

### **Výroba:**

Na Cihelně 53, 683 21 Pustiměř

tel.: +420/517 357 050

fax.: +420/517 357 040

e-mail: info@izolacniskla.cz

www.izolacniskla.cz



### **Výrobní a obchodní program:**

Izolační dvojskla, dvojskla Heat Mirror, bezpečnostní sklo (VSG, ESG), protisluneční sklo, protihlukové sklo, ornamentní sklo.

Velkoobchod s plochým sklem.

Osvědčení o vlastnostech výrobku Csi a.s.- pobočka Zlín - viz.: [www.izolacniskla.cz](http://www.izolacniskla.cz)

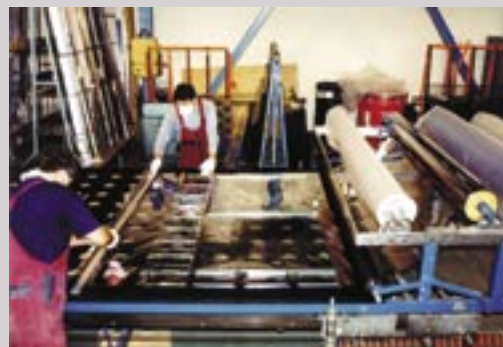
Licenční smlouva Southwall Technologies, Inc., Palo Alto, California

### **Naše záruky:**

Kvalita, 5-letá garance, využívání nejnovějších technických a technologických poznatků a jejich zavádění do praxe, spolupráce s předními společnostmi v tomto oboru.



Linka pro zpracování skla



Natahování fólie Heat Mirror



Osazování rámečku



Tmelení



Tepelné napínání fólie



Měření vlastností skel spektrometrem

## Úvod

Neustále rostoucí ceny energií a tím i náklady na vytápění, stejně jako požadavky na tepelnou pohodu v obytných interiérech i v kancelářských a výrobních objektech kladou stále vyšší nároky na opláštění budov. Úkolem, který je nutné řešit, je zejména ochrana před únikem tepla ven v zimě, pronikáním horka dovnitř v létě, ochrana před vloupáním a omezení zatížení hlukem. Nejchoulostivějším místem v této oblasti jsou otvorové výplně, zejména okna.

Snahou výrobců zasklívacích materiálů je proto nabídnout zákazníkovi širokou paletu výrobků, na základě které si může zvolit nejvýhodnější variantu zasklení jak z hlediska prvotních pořizovacích nákladů, tak z hlediska návratnosti investice vlivem úspor energií a dále z hlediska funkčních požadavků, jako ochrana před slunečním zářením atd.

Mohlo by se zdát, že vývoj v tomto oboru dosáhl již svého vrcholu. Ano, pro většinu výrobců IS jistě. Ne však pro nás. **Jako jediný výrobce v ČR Vám můžeme nabídnout momentální špičku v zasklívacích systémech – izolační skla s fólií HEAT MIRROR™ - TEPELNÉ ZRCADLO.**

Izolační skla s fólií Heat Mirror uvedla na trh americká společnost Southwall Technologies Inc. v roce 1980. Patentované nízkoemisivní pokrytí na fóliích Heat Mirror bylo vyvinuto a zdokonaleno jako přímý výsledek pokročilého technologického výzkumu, prováděného americkým elektronickým a vojenským průmyslem. Byl to první nízkoemisivní výrobek v historii, o jehož kvalitě svědčí fakt, že fólii HMTC88 (Heat Mirror Twin Coated 88- oboustranně pokovené „Tepelné zrcadlo“ s propustností 88% světla ve viditelné oblasti) se dostalo ocenění jako výrobku roku 1995 v soutěži velice prestižního časopisu „Popular Science“ v oblasti technologií vhodných pro domácnost.

V České republice zahájila výrobu společnost RIVALL-glass a.s. v roce 2000. Naše společnost na tuto výrobu navázala a dnes je jediným oprávněným držitelem licence a výrobcem v České republice.

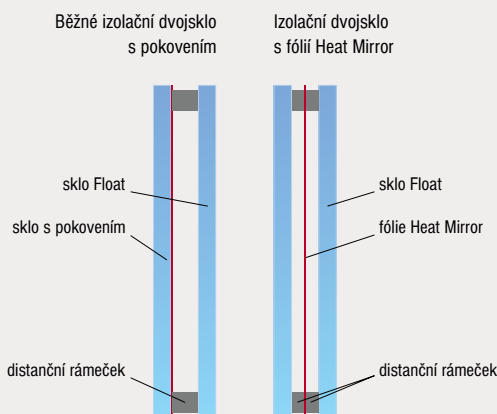
## Co je tepelné zrcadlo

Tepelné zrcadlo je fólie pokrytá nízkoemisivní vrstvou, která je napnuta uvnitř izolačního dvojskla. Výsledkem je prakticky třívrstvý systém se dvěma nezávislými komorami, který však nemá hmotnost trojskla, ale dvojskla. Fólie je průhledná pro viditelné světlo, ale odráží tepelné a ultrafialové záření.

Různé typy fólie jsou pokryty šesti až dvanácti různými vrstvami stříbra a oxidu india, toto pokrytí má tloušťku několika atomů a je prakticky neviditelné pouhým okem. To způsobuje selektivní odraz, absorpci, nebo propustnost elektromagnetického záření o určitých vlnových délkách. Takové pokrytí je transparentní pro viditelné světlo (umožňuje světlu procházet oknem), zároveň odráží vzdálené infračervené (IR teplo přenášející) záření a škodlivé ultrafialové (UV) záření.

Nejllepší způsob, jak si zapamatovat funkci izolačního skla s fólií Heat Mirror (Tepelného zrcadla) je, že odráží tepelné záření zpět ke zdroji. To znamená ven v létě, když chcete aby nepronikalo do místnosti a dovnitř v zimě, když chcete aby teplo zůstalo uvnitř.

K tomu, aby mohl kdokoliv posoudit výhody izolačních skel s fólií Heat Mirror je nutné jejich srovnávání v dané oblasti s izolačními skly v současnosti dostupnými na trhu. Pro tento účel jsme vybrali dvě nejběžněji používaná dvojskla a to standardní dvojsklo INTERM (15-20% objemu použití) vyrobené ze dvou 4 mm čirých tabulí skla s 16 mm vzduchovou mezerou a sklo INTERM Plus se zvýšenou tepelnou izolací (60% použití) o ve skladbě 4 mm Low E sklo–16 mm Ar – 4 mm sklo float a dále dvě nejčastěji používaná izolační skla INTERM Heat Mirror, která mají stejnou skladbu vnějších skel, jako dvojsklo INTERM Plus a navíc mezi dvojskly umístěnou fólii TC 88 resp. SC 75. Pro srovnání tepelné izolačních vlastností jsme dále porovnávali sklo INTERM Plus s plynem krypton se sklem Interm Heat Mirror se stejným plynem, protože tím můžeme porovnat dva v současnosti absolutně nejlepší dostupné systémy na trhu izolačních dvojskel. Posledním porovnávaným sklem bylo trojsklo.



**Tab. č. 1. Parametry porovnávaných izolačních skel**

		Tloušťka mm	Hmotnost kg/m <sup>2</sup>	U vertical Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	g Value %	Tsol %	Rsol %	Tvis %	Rvis %	Tuv %
Dvojsklo	Fl4-16Air-Fl4	24,5	20	2,80	76	70	13	81	15	44,0
	Fl4-16Ar-Le4	24,5	20	1,12	63	54	24	79	13	20,0
	Fl4-16Kr-Le4	24,5	20	1,02	63	54	24	79	13	20,0
Heat Mirror	Fl4-12Ar-TC88-12Ar-Le4	32,5	20	0,78	43	29	33	64	12	0,4
	Fl4-10Kr-TC88-10Kr-Le4	28,5	20	0,58	43	29	33	64	12	0,4
	Fl4-12Ar-SC75-12Ar-Le4	32,5	20	0,76	32	21	44	61	21	0,3
	Fl4-10Kr-SC75-10Kr-Le4	28,5	20	0,56	32	21	44	61	21	0,3
Trojsklo	Fl4-10Ar-Le4-10Ar-Le4	32,5	30	0,82	53	42	28	71	16	8,0

Le4 –nízkoemisivní pokovené sklo o síle 4mm, Fl4 –čiré plavené sklo o síle 4mm, 10 Ar –prostor mezi skly o šířce 10mm vyplněn argonem, Kr = krypton, SC 75, TC 88 jsou fólie Heat Mirror

Uvert (Wm<sup>2</sup>K<sup>-1</sup>) –koeficient prostupu tepla ve vertikální poloze zasklení (také k)

solární faktor g –vyjadřuje propustnost celkového slunečního záření sklem ve vztahu k nezasklenému otvoru, jestliže propustnost nezaskleným otvorem je 100% (prostup vlnových délek 0,3 - 25μm)

Tsol –prostup záření o vlnových délkách 0,3 - 2,5μm

Tvis –prostup viditelného světla - vyjadřuje propustnost záření ve viditelné části spektra sklem ve vztahu k nezasklenému otvoru, jestliže propustnost nezaskleným otvorem je 100% (prostup vlnových délek 0,38 - 0,78μm)

Rsol –reflexe slunečního záření – vyjadřuje, jaká část globálního záření je odražena zpět ke zdroji

Rvis –reflexe viditelného světla – vyjadřuje, jaká část záření ve viditelné části spektra je odražena zpět ke zdroji

Tuv –prostup ultrafialového záření

Hodnoty v tabulkách byly vypočítány v souladu s normami EN 673, EN 410 a ISO 150 99 pomocí databázových programů GLAD (databáze skel výrobce Euroglas GmbH), OPTICS5 a WINDOWS 5.0 (databáze Southwall Technologies).

## Vlastnosti Tepelného zrcadla

### 1. Propustnost v oblasti viditelného světla

Fólie samy o sobě propouštějí od 88% do 33% dopadajícího viditelného světla a jsou vyráběny po krocích 11%. Jsou v provedení bezbarvém či barevném. Barvu vykazuje pouze fólie typu HPR a jedná se o bronzový odstín z vnější strany a modravý nádech ze strany vnitřní. (Zasklení vykazuje vlastnosti polopropustného zrcadla). Požadavek barevnosti zasklení se řeší použitím barevné skleněné tabule požadované barvy na vnější straně izolačního skla obsahující fólii Heat Mirror.

Z tabulky vidíme, že propustnost dvojskel je 81% resp. 79%, propustnost trojskla je 71%, kdežto propustnost dvojskel s fólií Heat Mirror je 64% (TC 88) resp. 61% (SC 75), je tedy nižší o téměř 20% ve srovnání se dvojsklem. Tento fakt je třeba přičíst jedné emisivní vrstvě navíc, která má na druhé straně jiné nesporné výhody, zejména v oblasti tepelně-izolačních vlastností.

### 2. Propustnost v oblasti ultrafialové části spektra

Propustnost UV záření je pro všechny typy fólie prakticky stejná a výrobce garantuje propustnost méně než 0,5% v této oblasti spektra. Většinou je však množství UV záření za fólií téměř neměřitelné a blízké k nule. Ve srovnání se dvojskly resp. trojsklem vidíme, že obyčejné dvojsklo Interm propustí 44% UV záření, pokovené dvojsklo propustí 20% a trojsklo 8% záření. Z toho vyplývá, že žádné z těchto skel nezajistí ochranu před UV paprsky způsobujícími blednutí barev v interiéru.

### 3. Propustnost v oblasti infračervené části spektra

Velice důležitou charakteristikou fólie je její propustnost v IR oblasti spektra, neboť ta rozhoduje o tepelně izolačních vlastnostech výrobku. Tuto vlastnost je velice složité charakterizovat jednou hodnotou, protože propustnost v IR oblasti je funkcí vlnové délky záření a pro všechny typy fólie Heat Mirror se vzrůstající vlnovou délkou propustnost v IR oblasti klesá. Tento fakt je nesporně důležitý.

Při radičním sdílení tepla je rozhodujícím faktorem teplota tělesa emitující záření. Zatímco pro blízkou IR oblast spektra (obsažené ve slunečním spektru) bude fólie tepelného zrcadla více propustná (vyšší podíl záření projde), pro vzdálenější IR oblast (záření těles o teplotách blízkých teplotám v budovách) bude fólie nepropustná. Tímto způsobem se pro žádoucí situace může umožnit radiční sdílení tepla z okolí budovy dovnitř v průběhu dne a zabránit ztrátám tepla vyzařováním z budovy okny ven během noci. Radiční složku sdílení tepla souhrnným způsobem

charakterizuje stupeň propustnosti energie, který udává intenzitu radiačního tepelného toku procházejícího fólií. Absolutní intenzita tepelného toku je udávána v jednotkách  $Wm^{-2}$  a vyjadřuje množství energie, které projde zasklením do interiéru z celkového množství  $783 Wm^{-2}$  radiační energie dopadající na vnější povrch skla. Relativní intenzita tepelného toku, tzv. solární faktor g, vyjadřuje v procentech množství celkové energie, která projde zasklením do interiéru z celkového ho záření dopadajícího na povrch vnějšího skla.

**Tab. č.2.** Základní vlastnosti tepelných zrcadel: Propustnost el. magnet. záření

	Typ zasklení	Solární faktor g %	Reflexe sl. záření %	Intenzita tepel. Toku Absolutní $Wm^{-2}$	Stínící faktor b
Dvojsklo	Fl4-16Air-Fl4	76	13	595	0,87
	Fl4 -16Ar-Le4	63	24	493	0,72
	Fl4 -16Kr-Le4	63	24	493	0,72
Heat Mirror	Fl4-12Ar-TC88-12Ar-Le4	43	33	337	0,49
	Fl4-10Kr-TC88-10Kr-Le4	43	33	337	0,49
	Fl4-12Ar-SC75-12Ar-Le4	32	44	254	0,37
	Fl4-10Kr-SC75-10Kr-Le4	32	44	254	0,37
	Fl4-10Kr-HM66-10Kr-Le4	30	46	233	0,35
	Fl4-10Kr-HM55-10Kr-Le4	26	50	200	0,29
	Fl4-10Kr-HM44-10Kr-Le4	21	55	164	0,24
	Fl4-10Kr-HM33-10Kr-Le4	16	58	128	0,19

V tabulce je rovněž uveden stínící faktor b udávající podíl středního množství sluneční energie procházející danou konstrukcí k množství energie procházející jednoduchou tabulí skla o tloušťce 4 mm. Z hodnot uvedených v tabulce jsou již patrné velké výhody zasklení s fólií Heat Mirror. Z hlediska propustnosti energie do interiéru fólie SC 75 ve dvojskle propustí pouze 32% celkového záření (faktor g) oproti 63% záření nejlepšího klasického dvojskla, což má velký význam zejména v letních měsících. Tuto skutečnost potvrzují i další údaje z tabulky, zejména hodnoty odraženého celkového slunečního záření. Při použití fólií HM 55 – HM 33 jsou rozdíly ještě výraznější, avšak zde je to již na úkor propustnosti světla, z toho důvodu se tyto fólie většinou nepoužívají do svislých okenních konstrukcí.

#### 4. Koeficient prostupu tepla U (k)

Tento koeficient udává množství tepla, které projde za časovou jednotku jedním  $m^2$  stavebního dílce při teplotním rozdílu uvnitř a venku 1 Kelvin. Čím menší je hodnota U, tím větší je tepelná izolace. Měrnou jednotkou je  $Wm^{-2}K^{-1}$ .

**Tab. č.3.** Srovnání skel z hlediska tepelně-izolačních vlastností

		Uvert. $Wm^{-2}K^{-1}$	Množství zráťového tepla*	GJ za sezonu / $m^2$ skla (Brno)	úspora vzhledem ke sklu Interm %	úspora vzhledem ke sklu Interm Plus + Ar %	náklady na vytápění**
Dvojsklo	Fl4-16Air-Fl4	2,80	273	0,98	100	-150	295 Kč
	Fl4 -16Ar-Le4	1,12	109	0,39	60	0	118 Kč
	Fl4 -16Kr-Le4	1,02	99	0,36	64	9	107 Kč
Heat Mirror	Fl4-12Ar-TC88-12Ar-Le4	0,78	76	0,27	72	30	82 Kč
	Fl4-10Kr-TC88-10Kr-Le4	0,58	57	0,20	79	48	61 Kč
	Fl4-12Ar-SC75-12Ar-Le4	0,76	74	0,27	73	32	80 Kč
	Fl4-10Kr-SC75-10Kr-Le4	0,56	55	0,20	80	50	59 Kč
Trojsklo	Fl4-10Ar-Le4-10Ar-Le4	0,82	80	0,29	71	27	86 Kč

\* Množství tepla ztraceného za topnou sezonu jednotkovou plochou okna  $kWh/m^2$  pro oblast Brna

\*\* náklady na topení pro  $1 m^2$  okna při ceně 300,-Kč/GJ

Z hodnot uvedených v tabulce je patrné, že izolační skla s fólií Heat Mirror ušetří ve srovnání s dvojsklem Interm 70 - 80% energie. Dvojskla Heat Mirror ve srovnání s dvojsklem Interm Plus s plynem argon (nejpoužívanější dvojsklo) ušetří 32 až 30% energie. Srovnání dvojskel plněných kryptonem je ještě markantnější, kdy skla s fólií Heat Mirror ušetří oproti sklům plněným

kryptonem 48 až 50% energie na vytápění. Izolační trojsklo se hodnotám skel s fólií Heat Mirror sice přibližuje, avšak za cenu nárůstu hmotnosti zasklení z 20-ti kg na 30 kg, což je v mnoha případech z technických důvodů neakceptovatelné (nosnost kování) nebo je způsob řešení neúměrně drahý (např. zvýšená síla použitých nosníků u fasádních systémů). Navíc trojsklo zůstává za dvojsklem s fólií Heat Mirror i v propustnosti UV záření (propustí 8%) resp. v propustnosti slunečního záření do místnosti v létě (propustí 53% záření proti 43% u TC 88 resp. 32% u SC 75).

V tabulce jsou dále uvedeny hodnoty úniků energie jedním  $m^2$  zasklení za jednu topnou sezónu pro město Brno za předpokladu, že venkovní průměrná teplota je  $3,6^\circ C$ , vnitřní teplota je  $22$  st. C a topná sezóna trvá 222 dní. Z těchto údajů je možné jednoduše odvodit celkový únik tepelné energie okny z objektu za sezónu, pokud známe přesnou plochu oken v domě.

Je třeba zdůraznit ještě jeden aspekt. Zatímco pro vzduchem plněné jednokomorové systémy (dvojskla) se ukazuje šíře vzduchové mezery 16 mm či hodnota blízká k ní jako optimální z hlediska sdílení tepla, v aplikacích obsahujících fólii Heat Mirror je vzduchová mezera rozdělena na dvě části a ty zdaleka nedosahují optimální velikosti. Pro provedení izolačních zasklení obsahující fólii Heat Mirror je výhodné, pokud to konstrukce rámu okna či uchycení skel dovolí, provádět zasklení se vzduchovými mezerami kolem 12 až 14 mm na každé straně fólie, takže celková výše izolačního zasklení vychází až 40 mm (samozřejmě v závislosti na tloušťce použitého skla). Přibližně platí, že při přechodu od tloušťky zasklení 24 mm na tloušťku 40 mm se při použití fólie Heat Mirror při prakticky nezměněné ceně zlepší tepelné izolační vlastnosti zasklení o zhruba 42 %.

## 5. Vlastnosti izolačních skel v šikmých a horizontálních aplikacích

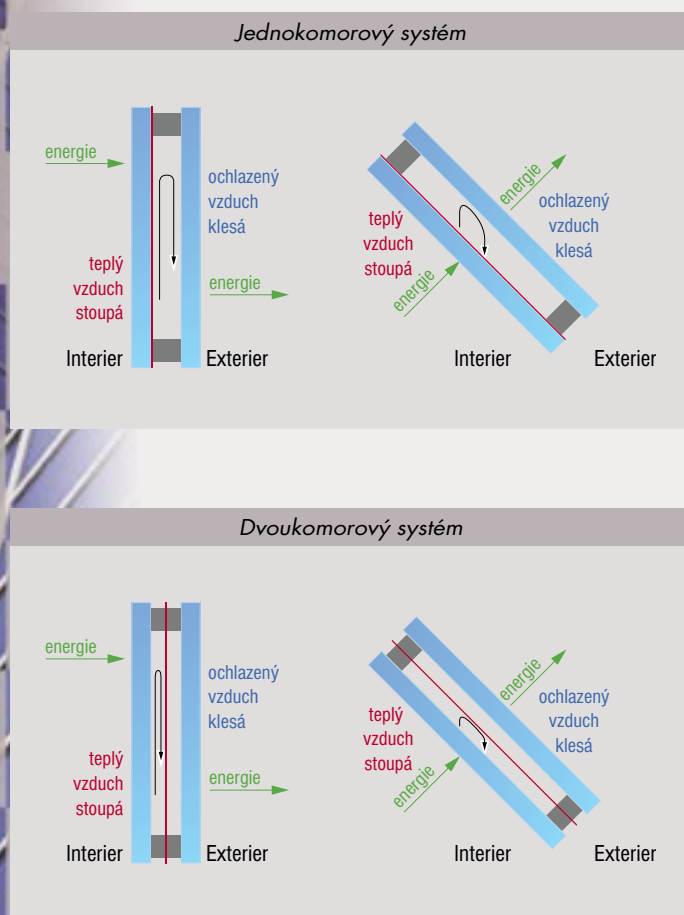
Faktem, o kterém většina výrobců izolačních skel a okenních systémů spíše nehovoří, je skutečnost, že nakloněním oken do šikmé či horizontální polohy se prudce zhoršuje parametr koeficientu prostupu tepla  $U$  (k).

Zasklení s použitím fólie Heat Mirror významně přispívá k uchování tepelné izolačních vlastností při zasklívání jiných než svislých ploch (střešní okna). Jedná se o to, že např. pro izolační dvojsklo o tloušťce 24 mm s jednou měkce pokovenou vrstvou skla se při změně polohy skla ze svislé polohy do polohy horizontální změní součinitel prostupu tepla z hodnoty  $1,12 Wm^{-2}K^{-1}$  na hodnotu  $1,67 Wm^{-2}K^{-1}$  (plnění argonem) a při plnění kryptonem z hodnoty  $1,02 Wm^{-2}K^{-1}$  na hodnotu  $1,37 Wm^{-2}K^{-1}$ . Tyto změny představují zhoršení tepelné izolačních vlastností o 33 % pro plnění argonem a o 26 % pro plnění kryptonem. Izolační skla obsahující fólii Heat Mirror vykazují zhoršení tepelné izolačních vlastností při horizontální poloze oproti svislé poloze pouze o 5 až 10 procent.

Příčinou je mechanismus předávání tepla mezi proudícím vzduchem (plynem) v izolačním skle. Plyn ve skle proudí vlivem jeho zahřívání a nestejných teplot v různých místech izolačního skla. Pokud se jednotka izolačního skla nachází ve svislé poloze, vzduch proudí podél skla zespodu nahoru po relativně dlouhé dráze a brání výraznějšímu předávání tepla vnější skleněné tabuli. V okamžiku, kdy se dvojsklo nachází v poloze horizontální, je dráha vzduchu (plynu) zahřátého od vnitřní skleněné tabule podstatně kratší, tento vzduch stoupá ke vnější tabuli skla a předává jí teplo. Tím se zhoršují izolační vlastnosti skla.

V případě dvojskla s fólií Heat Mirror tato fólie rozděluje vnitřní prostor dvojskla na dvě nezávislé komory a tím brání k předávání tepla mezi teplejší vnitřní komorou a chladnější komorou sousedící s exteriérem.

Toto je další zjevná výhoda zasklívacích systémů obsahujících fólii Heat Mirror a v souvislosti s tímto jevem se doporučuje používat je na střešní okna, která většinou nejsou svislá (viz. tab).



**Tab. č.4.** Vliv sklonu izolačního skla na hodnotu koeficientu prostupu tepla U (k)

		Tloušťka zasklení mm	U vertikální Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	U horizontální Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	zhoršení proti vertikálnímu zasklení
Dvojsklo	Fl4-16Air-Fl4	24,5	2,80	3,08	10%
	Fl4 -16Ar-Le4	24,5	1,12	1,67	33%
	Fl4 -16Kr-Le4	24,5	1,02	1,37	29%
Heat Mirror	Fl4-8Ar-TC88-8Ar-Fl4	24,5	1,11	1,20	8%
	Fl4-8Ar-SC75-8Ar-Le4	24,5	1,02	1,12	9%
	Fl4-8Ar-HM66-8Ar-Le4	24,5	1,00	1,10	10%
	Fl4-8Ar-HM55-8Ar-Le4	24,5	1,04	1,09	5%
Trojsklo	Fl4-10Ar-Le4-10Ar-Le4	32,5	0,82	1,04	21%

## 6. Vliv typu zasklení na teplotu izolačního skla

Teplotný odpor izolačního skla má přímý vliv na teplotu vnitřního skla při nízkých venkovních teplotách a tím na jeho rosení, tedy kondenzaci vodní páry obsažené ve vzduchu na vnitřní tabuli skla v závislosti na vlhkosti vzduchu v místnosti. Tato vlastnost je velmi důležitá zvláště v extrémních podmínkách, jako jsou zimní zahrady, bazény a skleníky.

Vnitřní teplota izolačního skla navíc významně ovlivňuje pocit tepelné pohody v místnosti poblíž zasklení. Pocit chladu jdoucího od okna je v zimě nepříjemný a zhoršuje komfort užívání obyvatelového prostoru.

U standardních dvojskel včetně pokovených jsou na rosení nejcitlivější zvláště jejich okraje, což je způsobeno tepelným mostem na obvodu izolačního skla. Vzhledem k tomu, že u dvojskel s fólií Heat Mirror se namísto jednoho rámečku používají dva půlrámečky, mezi kterými je butylový tmel a fólie Heat Mirror, je tím tepelný most přerušen a možnost kondenzace vodních par na vnitřní straně skla je podstatně snížena.

Následující tabulka udává venkovní teploty, při kterých dojde k orosení, zapocení či kondenzaci vlhkosti na vnitřní straně vnitřního skla pro různé typy zasklení pro tři různé hodnoty relativní vlhkosti vzduchu v interiéru.

**Tab. č.5.** Teplota dvojskla na jeho interiérové straně

		U vertikální Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	Venkovní teplota	Vnitřní teplota místnosti	Teplota vnitřní strany skla	Relativní vlhkost, při které dojde k orosení
Dvojsklo	Fl4-16Air-Fl4	2,80	-18° C	21° C	7,5° C	41,4
	Fl4 -16Ar-Le4	1,12	-18° C	21° C	13,9° C	63,3
	Fl4 -16Kr-Le4	1,02	-18° C	21° C	14,3° C	65,1
Heat Mirror	Fl4-12Ar-TC88-12Ar-Le4	0,76	-18° C	21° C	17,1° C	77,8
	Fl4-10Kr-TC88-10Kr-Le4	0,56	-18° C	21° C	17,7° C	80,6
	Fl4-12Ar-SC75-12Ar-Le4	0,73	-18° C	21° C	17,3° C	78,9
	Fl4-10Kr-SC75-10Kr-Le4	0,52	-18° C	21° C	17,9° C	81,8
Trojsklo	Fl4-10Ar-Le4-10Ar-Le4	0,82	-18° C	21° C	16,9° C	77,0

**Tab. č.6.** Venkovní teploty při kterých dochází k orosení interiérové strany dvojskla

Typ zasklení	Tloušťka mm	U Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	Relativní vlhkost interiéru		
			50% °C	60% °C	70% °C
Jednoduché sklo	6,35	5,9	7,8	11,1	14,4
Stand. dvojsklo	24	2,75	-9,4	-1,1	5,6
HM: 88, 66, 55, 44 + 2x Float 4mm	24	1,55	-27,4	-13,9	-3,3
HM TC 88 + 2x Float 4mm	24	1,35	-34,4	-19,4	-6,7
HM: 88, 66, 55, 44 + 2x Float 4mm	36	1,25	-46,7	-28,3	-20,6
HM TC 88 + 2x Float 4mm	36	1,05	-61,7	-39,4	-22,8

## 7. Index zvukové neprůzvučnosti $R_w$

Akustické vlastnosti izolačních skel se posuzují podle hodnoty indexu zvukové neprůzvučnosti  $R_w$  v jednotkách dB a určují izolační schopnost proti šířícímu se zvuku. Protože funkce vyjadřující závislost vnímání hluku v místnosti na absolutní hodnotě intenzity hluku je logaritmická, zlepšení zvukové neprůzvučnosti i pouze o malou hodnotu má velký význam pro subjektivní pocit výrazného snížení hluku. Snížení hladiny hluku v místnosti o 3 dB vnímá člověk jako snížení na polovinu původní hodnoty.

Proto se jeví jako významné zlepšení akustických vlastností skel s fólií Heat Mirror o cca 3 dB. Sklo Interm Heat Mirror o celkové tloušťce 28,5 mm má hodnotu  $R_w$  35 dB, kdežto běžné dvojsklo o tloušťce 24,5 mm dosahuje hodnoty  $R_w$  32 dB. Protože fólii Heat Mirror lze kombinovat se speciálními laminovanými protihlukovými skly, lze s pomocí fólie Heat Mirror dosáhnout skutečně špičkových parametrů zvukové neprůzvučnosti.

## Shrnutí výhod zasklení Heat Mirror

### Tepelná izolace

Bezkonkurenčně nejlepší parametry z hlediska zabránění úniku tepla z místnosti v zimě a průniku tepla do místnosti v létě tím menší spotřeba energie na topení a klimatizaci. Díky tomu je možné dimenzovat vytápěcí a klimatizační systém na menší výkon a tím se šetří investiční náklady. To má vliv na potenciálně obrovské snížení provozních nákladů zejména v institucích, které musí zajistit stálé provozní teploty po 24 hodin denně, jako jsou zdravotnická zařízení, muzea, knihovny.

### Zvýšení uživatelského komfortu

Vyšší komfort užívání je umožněn vyrovnáním teplot zima- léto a vyrovnáním teplot okno- střed místnosti. Vyrovnání teplot v místnosti zamezuje vzniku chladného proudění v místnosti, které má vliv na pocit tepelné pohody a zdravotní stav obyvatel. Mimo jiné tato skutečnost ovlivňuje možnost celoročního užívání zimních zahrad, které se v létě nepřehřívají a v zimě je není nutné přitápět nebo se přitápí v minimálním rozsahu. V případě průmyslových a kancelářských aplikací se zvýšená pohoda za skly projevuje zlepšeným pracovním výklonem zaměstnanců.

### Zamezení rosení skel

Použití zabraňuje šíření plísní v místnostech, poškození okenního rámu vlivem častého rosení zejména u dřevěných oken, není potřeba okna tak často umývat. Velká výhoda je to v případě použití u zasklení bazénů, kde je vysoká vlhkost vzduchu.

### Zamezení průniku UV paprsků do místnosti

Díky úplnému odblokování UV paprsků nedochází k blednutí barev objektů v místnostech, což má zásadní vliv ve výlohách obchodů, muzeích, knihovnách, galeriích atd.

### Zlepšení růstu rostlin

Snížení výkyvů vnitřní teploty a omezení proudění chladného vzduchu způsobuje zlepšení růstu některých rostlin u okna. Tato skutečnost byla prokázána výzkumy prováděnými Penn State University a University of Arizona.

### Omezení průniku hluku do místností na zhruba polovinu v porovnání s dvojskly.

### Zasklení šikmých ploch

### Zasklení prosklených fasád

U zasklení velkých prosklených ploch se spojují všechny výhody, což nedokáže poskytnout žádný jiný systém zasklení.

 **CENTRUM STAVEBNÍHO INŽENÝRSTVÍ A.S. PRAHA**  
PRACOVISŤE ZLÍN, Looky 304  
Certifikační orgán  
vydává

Zadavatel: **IZOLAČNÍ SKLA s. r. o.**  
Staňkova 14, 602 00 Brno

**CERTIFIKÁT**  
č. OS - 02 - 0116 /Z  
na vlastnost výrobku:  
Součinitel prostupu tepla U dle ČSN EN 674

Název: **Izolační skla INTERM**

Popis: Izolační skla dle ČSN 70 1621 v materiálové skladbě a následujícím variantním uspořádání:  
Varianta 1: F4/ 16 vzduch / 4 MV  
Varianta 2: F4/ 16 Argon / 4 MV  
Varianta 3: F4/ 10 Krypton / fólie HM TC 88 / 10 Krypton / 4 MV  
Varianta 4: F4/ 10 Krypton / fólie HM 66 / 10 Krypton / 4 MV  
Varianta 5: F4/ 10 Krypton / fólie HM 66 / 10 Krypton / 4 MV 1.0  
Popis variant 1 až 5 uvádí Protokoly o zkoušce uvedené v podkladech

Výrobce: **Otto „Zadatel“**

Vydavatel:

Název ověřovaného parametru	Zkušební metoda	Výsledek pro variantu číslo:				
		1	2	3	4	5
Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> ·K]	ČSN EN 674	1,4	1,1	0,62	0,56	0,52

Poznámka: U vyhodnocení provedeno dle ČSN 73 0540:94

Závěr:  
Vyhovuje požadavku ( předpisu ): **deklaraci výrobce**  
Hodnocení: **Shoda, pro kladné hodnocení dle ČSN 73 0540:94**

Podklady:  
1) CSI Praha s.a., prac. Zlín, akreditovaná laboratoř č. 10075; Protokol o zkoušce č. 4/2002  
2) CSI Praha s.a., prac. Zlín, akreditovaná laboratoř č. 10075; Protokol o zkoušce č. 140/2002  
3) CSI Praha s.a., prac. Zlín; Certifikát č. C-02-0716/Z, na výrobek izolační skla INTERM

Datum: 31. 08. 2002  
Datum ak.: 31. 08. 2004  
Vypracoval: **Ing. Zbislav Panevce, CS**

 **RNDr. Jos. Vrba, CSc.**  
Vedoucí pracoviště



## Typy používaných fólií Heat Mirror™

### Heat Mirror TC 88

1. vysoké tepelně izolační schopnosti (pokovení na obou stranách fólie)
2. koeficient prostupu tepla  $U=1,20 \text{ Wm}^2\text{K}^{-1}$  oproti hodnotě  $U=1,48 \text{ Wm}^2\text{K}^{-1}$  pro HM 88 (stanoveno pro čiré sklo, 2 krát 1/8 palce (3,175 mm), plněno vzduchem a celkovou tloušťku izolačního skla rovnou 1" (25.4))
3. vynikající transparentnost – menší odrazivost než HM 88
4. vysoká propustnost viditelného světla
5. barevně neutrální (bezbarvá) fólie

#### Příklady:

- Obytné budovy – zejména pro severně a východně orientovaná okna
- Komerční budovy – jakékoliv projekty vyžadující vysokou tepelně izolační hodnotu oken a minimální odrazivost jako jsou: čelní stěny prodejen – výkladní skříně, restaurace, letiště, školy, nemocnice, muzea, renovace historických budov.

### Heat Mirror SC 75

1. vynikající snížení propustnosti IR paprsků s minimální odrazivostí a vysokou propustností viditelné části spektra
2. nižší odrazivost než HM 66 se zhruba stejným koeficientem zastínění

#### Příklady:

- Obytné budovy – průčelí domů se zvýšenými požadavky na zamezení přehřevu slunečními paprsky a dobrou tepelnou izolaci – jižně a západně orientovaná okna
- Komerční budovy – všude tam, kde je nežádoucí zvýšená odrazivost, ale kde je zároveň požadován malý sluneční zisk

### Heat Mirror 66

1. velice snížený sluneční zisk, avšak rovněž se sníženým množstvím propustnosti světla, to vše při dostatečně nízké odrazivosti
2. dobré tepelně izolační vlastnosti s nízkou odrazivostí a omezením tepelných zisků budovy

#### Příklady:

- Obytné budovy s vysokým stupněm prosklení a fasádami orientovanými jižně a západně
- Všechny typy aplikací vyžadující nízký tepelný zisk a zároveň nízkou odrazivost jako: školy, nemocnice, muzea, knihovny, vertikální stěny skleníků, malé světlíky

### Heat Mirror 55, 44, 33

1. středně až vysoce odrazivé plochy, středně až nízké propustné pro viditelné světlo
2. vertikální a šikmé plochy prosklení komerčních budov vyžadující maximální zamezení slunečních zisků a kde je vítáno střední až vysoké omezení prostupu světla

#### Příklady:

- Budovy úřadů a kancelářské budovy
- Šikmé plochy vyžadující dobrou transparentnost pro viditelné světlo (střechy, skleníky)
- Světlíky, atria, střešní okna, skleníky

**Fólie Heat Mirror** je vyráběna v šířkách 1829 mm a 2000 mm, tedy umožňuje vyrábět izolační dvojskla obsahující fólie s jedním rozměrem 1780 mm resp. 1950 mm a druhým rozměrem 3000 mm. Druhý rozměr zasklivané jednotky je omezen technickými možnostmi při výrobě.

Firma Izolační skla s.r.o. poskytuje na fólii Heat Mirror shodnou záruku jako na izolační sklo – tj. 5 let. Praktické odhady předpokládají životnost zhruba 30 a více let. Perspektivní je použití izolačních skel s fólií Heat Mirror s kvalitními rámy, aby dobré izolační vlastnosti zasklení nebyly zhoršovány špatnými vlastnostmi rámu. V současné době se na trhu objevují již běžně čtyř až pěti – komorové okenní systémy PVC vykazující součinitel prostupu tepla  $U$  v hodnotě kolem  $1,2 - 1,3 \text{ Wm}^2\text{K}^{-1}$ .

## ZÁVĚR

Provedli jsme ekonomickou analýzu výběru vhodného typu zasklení s důrazem na porovnání klasických dvojskel se skly Heat Mirror. Z důvodu rozsahu bude tato studie publikována samostatně, nyní můžeme zveřejnit pouze některé ze závěrů, ke kterým jsme dospěli:

Důležitým aspektem rozhodování je skutečnost, že dle zveřejněných studií a názorů odborníků vzrostou ceny za energie v ČR do roku 2009 na úroveň 74% cen v zemích EU, přičemž i např. v Německu je očekáván meziroční nárůst cen o cca 3% (stejný vývoj byl i po vstupu Portugalska do EU). Tyto předpoklady odpovídají nárůstu cen o cca 100% do roku 2009. Při zohlednění meziročního předpokládaného nárůstu cen činí návratnost navýšení investice do skel Heat Mirror ve srovnání se standardním sklem kolem 7-8 let. Roční ztráta oknem za 1 rok pro lokalitu Bruntál u okna s koeficientem prostupu tepla  $U=1,12 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$  činí 0,481 GJ (134 kWh), ztráta oknem s fólií Heat Mirror s  $U=0,55$  činí 0,229 GJ (64 kWh), tedy je poloviční. Význam kvalitnějšího zasklení z hlediska úspor za vytápění narůstá se zhoršujícími se klimatickými podmínkami v dané lokalitě a nadále bude narůstat s rostoucími cenami energií za vytápění. Navíc se vstupem naší země do EU vzrostou i ceny za poskytované služby, tedy zřejmě i za stavební práce. V případě odkladu této investice může v budoucnu vzrůst její cena. Je známo, že např. v Německu dosahuje cena skel Heat Mirror 2 - 2,5 násobku ceny v ČR. Pro volbu zasklení Heat Mirror ve fasádních systémech a vůbec všude, kde podíl skla na obvodovém plášti budov dosáhne vyšší, než běžné míry, nacházíme další důvod navíc – zamezení přehřívání interiéru v létě slunečním zářením. Výpočty ukázaly značnou úsporu počátečních investičních nákladů do systému klimatizace a následné snížení provozních nákladů na klimatizaci. Investiční úspory na systému vytápění a klimatizace takové prosklené budovy mohou úplně eliminovat nárůst investičních nákladů do kvalitnějšího zasklení.

Od počátku uvedení Heat Mirroru na trh do roku 1995 bylo v zahraničí nainstalováno 100 miliónů m<sup>2</sup> tohoto systému jak do standardních oken, tak do fasádních zasklení. **V ČR jsou IS s fólií Heat Mirror relativní novinkou.** Přestože se předpokládá vyšší cena než u ob-

**Tab. č.7.** Technické parametry k fóliím Heat Mirror

	Emisivita %	g Value %	Tsol %	Rsol %	Tvis %	Rvis %	Tuv %
Heat Mirror TM 88	12,20	69	65	23	88	6	1,6
Heat Mirror TM TC 88	10,90	56	52	25	80	2	2,0
Heat Mirror TM 77	7,00	51	48	41	79	13	1,6
Heat Mirror TM SC 75	5,50	40	37	46	76	11	1,4
Heat Mirror TM 66	4,30	38	35	55	65	26	1,3
Heat Mirror TM 55	3,40	32	29	62	54	36	1,1
Heat Mirror TM 44	3,10	25	23	70	44	48	0,8
Heat Mirror TM 33	1,70	18	16	77	32	59	0,6
Heat Mirror TM HPR 38	6,90	30	25	58	39	41	1,5
Heat Mirror TM HPR 28	6,20	23	18	67	29	53	1,2
Heat Mirror TM HPR 18	5,10	16	11	75	19	65	0,8

**Tab. č.8.** Izolační dvojsklo INTERM Heat Mirror s fólií TC 88

	Tloušťka mm	Hmotnost kg/m <sup>2</sup>	U vertical Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>	U horizontal Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>	g Value %	Tsol %	Rsol %	Tvis %	Rvis %	Tuv %	SC	ITT Wm <sup>-2</sup>
Fl4-12Ar-TC88-12Ar-Le4	32,5	20	0,78	1,08	43	29	33	64	12	0	49	337
Fl4-12Ar-TC88-12Ar-Fl4	32,5	20	0,85	1,14	50	36	27	65	13	1	58	392
Fl4-8Kr-TC88-8Kr-Fl4	24,5	20	0,78	0,99	50	36	27	65	13	1	58	392
Fl4-8Kr-TC88-8Kr-Le4	24,5	20	0,67	0,91	43	29	33	64	12	0	49	337
Fl4-10Kr-TC88-10Kr-Fl4	28,5	20	0,69	0,98	50	36	27	65	13	1	58	392
Fl4-10Kr-TC88-10Kr-Le4	28,5	20	0,58	0,89	43	29	33	64	12	0	49	337

SC – b faktor=g/0,87%, ITT – Intenzita tepelného toku

Le4 – nízkoemisivní pokovené sklo o síle 4 mm, Fl4 – čiré plavené sklo o síle 4 mm, 10 Ar – prostor mezi skly o šířce 10mm vyplněn argonem, Kr = krypton, SC 75, TC 88 jsou fólie Heat Mirror

vyklých zasklení, počáteční investice se kompenzuje velmi výraznými úsporami energií za otop a případnou klimatizaci a také komfortem bydlení. Systém Heat Mirror je díky svým vlastnostem nejpokrokovější a nejúčelnější zasklívací systém, který nemá na trhu konkurenci.

**Tab. č.9.** Izolační dvojsklo INTERM Heat Mirror s fólií SC 75

	Tloušťka mm	Hmotnost kg/m <sup>2</sup>	U vertical Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	U horizontal Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	g Value %	Tsol %	Rsol %	Tvis %	Rvis %	Tuv %	SC	ITT Wm <sup>2</sup>
Fl4-12Ar-SC75-12Ar-Le4	32,5	20	0,76	1,07	29	21	44	61	21	0	33	226
Fl4-12Ar-SC75-12Ar-Fl4	32,5	20	1,03	1,33	34	27	42	63	22	0	39	263
Fl4-8Kr-SC75-8Kr-Fl4	24,5	20	0,94	1,20	33	27	42	63	22	0	38	260
Fl4-8Kr-SC75-8Kr-Le4	24,5	20	0,65	0,89	29	21	45	61	21	0	33	223
Fl4-10Kr-SC75-10Kr-Fl4	28,5	20	0,83	1,17	33	27	42	63	22	0	38	259
Fl4-10Kr-SC75-10Kr-Le4	28,5	20	0,56	0,87	29	21	45	61	21	0	33	223

**Tab. č.10.** Izolační dvojsklo INTERM Heat Mirror s fólií HM 66

	Tloušťka mm	Hmotnost kg/m <sup>2</sup>	U vertical Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	U horizontal Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	g Value %	Tsol %	Rsol %	Tvis %	Rvis %	Tuv %	SC	ITT Wm <sup>2</sup>
Fl4-12Ar-HM66-12Ar-Fl4	32,5	20	1,00	1,35	35	26	46	55	34	0	40	272
Fl4-12Ar-HM66-12Ar-Le4	32,5	20	0,75	1,05	30	21	46	54	32	0	34	233
Fl4-8Kr-HM66-8Kr-Fl4	24,5	20	0,87	1,17	35	26	46	55	34	0	40	272
Fl4-8Kr-HM66-8Kr-Le4	24,5	20	0,64	0,87	30	21	46	54	32	0	34	233
Fl4-10Kr-HM66-10Kr-Fl4	28,5	20	0,77	1,15	35	26	46	55	34	0	40	272
*Fl4-10Kr-HM66-10Kr-Le4	28,5	20	0,55	0,85	30	21	46	54	32	0	34	233

\*Se sklem Low E 1.0 (Fl4-10Kr-HM66-10Kr-LowE1.0 4 mm) osazeným do střešního okna bylo dosaženo hodnoty součinitele prostupu tepla okna  $U_w = 0,90 \text{ Wm}^2\text{K}^{-1}$ , přičemž běžná střešní okna dosahují hodnoty  $U_w = 1,40 \text{ Wm}^2\text{K}^{-1}$ .

**Tab. č.11.** Izolační dvojsklo INTERM Heat Mirror s fólií HM 55, HM 44, HM 33

	Tloušťka mm	Hmotnost kg/m <sup>2</sup>	U vertical Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	U horizontal Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	g Value %	Tsol %	Rsol %	Tvis %	Rvis %	Tuv %	SC	ITT Wm <sup>2</sup>
Fl4-10Ar-HM55-10Ar-Le4	28,5	20	0,89	1,06	26	18	50	46	40	0,2	29	200
Fl4-10Kr-HM55-10Kr-Le4	28,5	20	0,54	0,81	26	18	50	46	40	0,2	29	200
Fl4-12Ar-HM55-12Ar-Le4	32,5	20	0,78	1,04	26	18	50	46	40	0,2	29	200
Fl4-8Kr-HM55-8Kr-Le4	24,5	20	0,67	0,87	26	18	50	46	40	0,2	29	200
Fl4-10Ar-HM44-10Ar-Le4	28,5	20	0,84	1,06	21	15	55	37	49	0,2	24	164
Fl4-10Kr-HM44-10Kr-Le4	28,5	20	0,53	0,81	21	15	55	37	49	0,2	24	164
Fl4-12Ar-HM44-12Ar-Le4	32,5	20	0,74	1,04	21	15	55	37	49	0,2	24	164
Fl4-8Kr-HM44-8Kr-Le4	24,5	20	0,62	0,86	21	15	55	37	49	0,2	24	164
Fl4-10Ar-HM33-10Ar-Le4	28,5	20	0,83	1,05	16	10	58	28	57	0,1	19	128
Fl4-10Kr-HM33-10Kr-Le4	28,5	20	0,51	0,83	16	10	58	28	57	0,1	19	128
Fl4-12Ar-HM33-12Ar-Le4	32,5	20	0,72	1,02	16	10	58	28	57	0,1	19	128
Fl4-8Kr-HM33-8Kr-Le4	24,5	20	0,61	0,85	16	10	58	28	57	0,1	19	128

Fl4 - sklo plavené float 4 mm, Le4 – sklo s pokovenou měkkou vrstvou o emisivitě 0,04, Ar (Kr) – plyn argon (krypton) v meziskelním prostoru, HM 55,44,33 – fólie Heat Mirror s různými typy pokovení,  
g value – celk. energet. propustnost - udává, jaké množství slunečního záření v % projde zasklením do interiéru v rozsahu celého spektra, vč. druhotně vyzářeného  
Tsol – přímá energetická propustnost udává, jaké množství slunečního záření projde do interiéru (bez druhotně vyzářeného)  
Rsol – reflexe solární udává, kolik slunečního záření se odrazí od zasklení  
Tvis – propustnost světla udává, kolik světla projde zasklením do interiéru  
Rvis – reflexe světla udává, kolik světla se odrazí od zasklení zpět  
SC – celk. energet. propustnost vztážená k jednoduchému zasklení (jednoduchou tabulí projde 100% záření)  
ITT – intenzita tepelného toku udává, kolik záření projde do interiéru ( W/m2 )

**Tab. č.12. Izolační dvojsklo INTERM HEAT MIRROR s 14mm rámečky**

	Tloušťka mm	Hmotnost kg/m <sup>2</sup>	U vertical Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	U horizontal Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	g Value %	Tsol %	Rsol %	Tvis %	Rvis %	Tuv %	SC	ITT Wm <sup>2</sup>
Fl6-14Air-TC88-14Air-Fl6	40	20	0,98	1,38	48	33	25	62	13	0	55	354
Fl6-14Air-TC88-14Air-Le6	40	20	0,90	1,32	41	26	29	61	12	0	48	307
Fl6-14Air-SC75-14Air-Le6	40	20	0,86	1,28	31	20	42	59	19	0	36	234
Fl6-14Air-HM66-14Air-Le6	40	20	0,85	1,27	29	20	47	52	31	0	33	214
Fl6-14Ar-TC88-14Ar-Fl6	40	20	0,78	1,11	48	33	25	62	14	0	55	355
Fl6-14Ar-TC88-14Ar-Le6	40	20	0,69	1,05	41	26	29	61	12	0	47	304
Fl6-14Ar-SC75-14Ar-Le6	40	20	0,65	1,00	31	20	42	59	19	0	36	232
Fl6-14Ar-HM66-14Ar-Le6	40	20	0,63	0,99	29	20	47	52	31	0	33	213

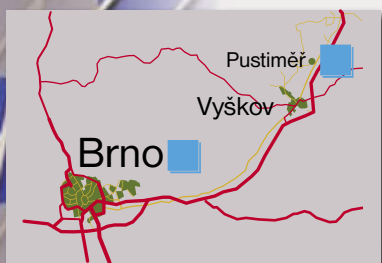
Absolutně nejlepšího poměru cena/výkon lze dosáhnout u variant dvojskel plněných plynem argon se dvěma 14 mm mezerami. Tyto kombinace proto doporučujeme. Do fasádních zasklení lepených strukturálním silikonem jsou vhodné kombinace bez plnění plynem, které jsou lepší z hlediska součinitele prostupu tepla, než běžná dvojskla o 0,4 - 0,5 Wm<sup>2</sup>K<sup>-1</sup>. Upozorňujeme však na to, že mnoho okenních systémů, zejména dřevěných oken, neumožňuje šířku zasklení 38-40 mm.

**Tab. č.13. Izolační dvojsklo INTERM HEAT MIRROR se dvěma fóliemi**

	Tloušťka mm	Hmotnost kg/m <sup>2</sup>	U vertical Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	U horizontal Wm <sup>2</sup> K <sup>-1</sup>	g Value %	Tsol %	Rsol %	Tvis %	Rvis %	Tuv %	SC	ITT Wm <sup>2</sup>	Teplota vn. str. dvojskla °C
Fl4-10Kr-TC88-10Kr-TC88-10Kr-Fl4	40	20	0,46	0,69	41	25	29	52	14	0	47	298	18,6
Fl4-10Kr-TC88-10Kr-TC88-10Kr-Le4	40	20	0,42	0,64	35	19	38	51	13	0	41	259	18,6
Fl4-10Kr-HM66-10Kr-HM66-10Kr-Le4	40	20	0,39	0,62	22	13	55	39	41	0	25	162	18,8
Fl4-10Kr-SC75-10Kr-SC75-10Kr-Le4	40	20	0,40	0,62	27	14	49	48	24	0	31	197	18,7
Fl4-10Kr-TC88-10Kr-TC88-10Kr-Le1.0E4	40	20	0,40	0,63	34	15	32	48	13	0	39	248	18,9
Fl4-10Kr-HM66-10Kr-HM66-10Kr-Le1.0E4	40	20	0,37	0,61	21	10	55	36	41	0	24	155	19,1
Fl4-10Kr-SC75-10Kr-SC75-10Kr-Le1.0E4	40	20	0,38	0,62	26	11	47	44	24	0	30	204	19,0
Fl4-10Ar-TC88-10Ar-TC88-10Ar-Le4	40	20	0,60	0,63	36	20	32	51	13	0	42	265	17,9
Fl4-10Ar-HM66-10Ar-HM66-10Ar-Le4	40	20	0,57	0,60	22	14	55	39	41	0	25	164	18,0
Fl4-10Ar-SC75-10Ar-SC75-10Ar-Le4	40	20	0,58	0,62	27	15	46	47	24	0	31	199	18,0
Fl4-10Ar-TC88-10Ar-TC88-10Ar-Le1.0E4	40	20	0,58	0,61	34	15	37	48	12	0	40	254	17,9
Fl4-10Ar-HM66-10Ar-HM66-10Ar-Le1.0E4	40	20	0,55	0,60	21	11	55	36	41	0	24	157	18,1
Fl4-10Ar-SC75-10Ar-SC75-10Ar-Le1.0E4	40	20	0,55	0,60	25	11	47	44	24	0	29	190	18,0
Fl4-10Air-TC88-10Air-TC88-10Air-Fl4	40	20	0,82	0,82	42	25	30	52	14	0	48	306	16,5
Fl4-10Air-TC88-10Air-TC88-10Air-Le4	40	20	0,78	0,78	36	19	31	51	12	0	42	270	16,9
Fl4-10Air-SC75-10Air-SC75-10Air-Le4	40	20	0,76	0,77	27	15	46	48	24	0	31	201	17,0
Fl4-10Air-HM66-10Air-HM66-10Air-Le4	40	20	0,75	0,76	22	13	55	38	41	0	25	166	17,0

Fl 4 - Sklo plavené float 4 mm, Le4 – Sklo s nízkoemisivní pokovenou měkkou vrstvou o emisivitě 0.04, Le1.0E4 – sklo s tloušťkou 4mm a pokovenou měkkou vrstvou o emisivitě 0,02

Dvojskla se dvěma fóliemi Heat Mirror jsou v současné době nejvýkonnější zasklivačské systémy vůbec. Měřením ve státní zkušebně byly potvrzeny teoretické výpočtové hodnoty. Zasklením se dvěma fóliemi SC75 s plynem krypton, sklem Low E 1.0, toto zasklení osazeno do dřevopurenitového rámu, bylo dosaženo součinitele prostupu tepla okna  $U_w = 0,72 \text{ Wm}^2\text{K}^{-1}$ , což je hodnota splňující požadavky pro pasivní domy. Jednotky plněné vzduchem jsou vhodné do strukturálních zasklení lepených silikonovým tmelem.

**IZOLAČNÍ SKLA s.r.o.**

Naše sídlo:  
Staňkova 18, 602 00 Brno  
Výroba:  
Na Cihelně 53, 683 21 Pustiměř  
tel.: +420/517 357 050  
fax.: +420/517 357 040  
e-mail: info@izolacniskla.cz  
www.izolacniskla.cz

dodavatel: