



SANCO[®] KNIHA O SKLE

Spektrum možností
pro použití skla na
domě a v něm

www.sanco.de

6. vydání 2018

Vydavatel:

Glas Trösch GmbH, SANCO Beratung

Reuthebogen 7-9, D-86720 Nördlingen

© copyright 2018

Glas Trösch GmbH, SANCO Beratung

Platí pro tištěná a elektronická média, i výňatky. Zveřejnění není bez výslovného souhlasu povoleno. To platí i pro cizí jazyky.

Redakce: Pracovní skupina, kniha o skle SANCO

Piotr Cichecki, Antonio Gioello, Rainer Leuchtle,
Florian Lindlbauer, Ingrid Meyer-Quel, Joachim Wilke

Layout, technické ilustrace, sazba a výroba:

TA Werbeagentur GmbH, Filderstadt

Technické údaje, které jsou zde uvedené, odpovídají aktuálnímu stavu při předání do tisku a mohou se změnit bez předchozího upozornění. Technické hodnoty se vztahují k údajům dodavatelů nebo byly zjištěny v rámci zkoušky provedené nezávislou zkušebnou podle příslušných platných norem. Funkční hodnoty se vztahují jen ke zkušebním vzorkům o rozměrech stanovených pro zkoušku. Další záruku za technické hodnoty nepřebíráme; zejména tehdy, pokud jsou zkoušky prováděny za jiné situace instalace nebo pokud jsou prováděna dodatečná měření na stavbě. Při instalaci se musí bezpodmínečně dodržovat směrnice SANCO pro zasklení v příslušném platném vydání.

Právní nároky není možné z obsahu této příručky odvozovat.

Stav 03/2018

SANCO je ochranná známka

Knihu o skle SANCO získáte u poradců SANCO nebo u licencovaného podniku SANCO ve své blízkosti.

Regulační poplatek 18,- EUR vč. DPH.

Obsah

1.	SANCO®	1.
2.	Stavební materiál sklo	2.
3.	Stavebně fyzikální základy	3.
4.	Aplikační technika	4.
5.	Skleněné aplikační výrobky SANCO	5.
6.	Literatura SANCO – aplikační technika	6.
7.	Rejstřík	7.

1.	SANCO®	13
1.1	ZNAČKA SANCO	13
1.2	SKUPINA SANCO	17
2.	Stavební materiál sklo	19
2.1	VÝROBA FLOATOVÉHO SKLA	19
2.2	FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI PLOCHÉHO SKLA	27
2.2.1	Definice a složení	27
2.2.2	Mechanické vlastnosti	29
2.2.3	Tepelné vlastnosti	32
2.2.4	Chemické vlastnosti	34
2.2.5	Sluneční vlastnosti	35
2.2.6	Další vlastnosti	36
2.2.7	Shrnutí nejdůležitějších technických ukazatelů floatového skla	37
2.3	ZÁKLADNÍ SKLA	39
2.3.1	Floatové sklo	39
2.3.2	Ornamentní nebo lité sklo	40
2.3.3	Ornamentní drátosklo, drátosklo a leštěné drátosklo (drátové zrcadlové sklo)	41
2.3.4	Sklo pro renovace	41
2.3.5	Borosilikátové sklo	42
2.3.6	Sklokeramika	42

2.3.7	Protiradiační sklo	42
2.3.8	Křišťálové zrcadlové sklo	43
2.3.9	Křišťálové sklo	43
2.3.10	Křemenné sklo	43
2.3.11	Zpracování skla	44
2.4	JEDNODUCHÉ BEZPEČNOSTNÍ SKLO (ESG)	49
2.4.1	Definice a vlastnosti ESG	49
2.4.2	Výroba ESG	50
2.4.3	Dodatečné zpracování	51
2.4.4	Použití	51
2.4.5	Fyzikální údaje	53
2.4.6	Prohřívání ESG	53
2.5	ČÁSTEČNĚ PŘEDPJATÉ SKLO	54
2.5.1	Vlastnosti	54
2.5.2	Oblasti použití	55
2.6	VRSTVENÉ BEZPEČNOSTNÍ SKLO (VSG)	57
2.6.1	Definice a skladba VSG	57
2.6.2	Vlastnosti	58
2.6.3	Výroba VSG	60
2.6.4	Vrstvená skla (VG)	61

2.7	PROCES POVRSTVENÍ	63
2.7.1	Postup s vysokým vakuem a magnetronem	63
2.7.2	Pyrolytický proces povrstvení	65
2.8	ZE ZÁKLADNÍHO SKLA SE STANE SKLO IZOLAČNÍ	67
2.8.1	Vývoj izolačního skla	67
2.8.2	Skladba izolačního skla	68
3.	Stavebně fyzikální základy	71
3.1	TEPLO	71
3.1.1	Úvod	71
3.1.2	Mechanismy přenosu tepla	72
3.1.3	Koeficienty propustnosti tepla	75
3.1.4	Tepelné mosty	76
3.1.5	Sklo, okna a fasáda	78
3.2	VLHKOST A KLIMA	93
3.2.1	Úvod	93
3.2.2	Vlhkost vzduchu a kondenzace	94
3.2.3	Tepelný faktor f	99
3.2.4	Klima v místnosti a tepelná pohoda	103
3.2.5	Kondenzační voda a sklo	106
3.2.6	Větrání	108

3.3	SLUNCE A SVĚTLO	111
3.3.1	Úvod	111
3.3.2	Sluneční spektrum a elektromagnetické záření	112
3.3.3	Záření a sklo	115
3.3.4	Sluneční technické ukazatele skla	119
3.3.5	Letní ochrana před teplem	120
3.4	ZVUK	127
3.4.1	Úvod	127
3.4.2	Šíření zvuku, druhy zvuku	128
3.4.3	Stavební akustika	132
3.4.4	Zvuk a sklo	137
3.4.5	Zvukové technické ukazatele skla	139
3.5	ENERGETICKY ÚSPORNÉ VÝSTAVBY	141
3.5.1	Úvod	141
3.5.2	Požadavky na novostavby a stávající fond	141
3.5.3	Vývoj energeticky úsporné výstavby	145
3.5.4	Vývoj energeticky účinné výstavby v Německu na příkladu obytných budov	145
3.5.5	Energeticky úsporné výstavby a sklo	148

4.	Aplikační technika	151
4.1	DIMENZOVÁNÍ SKLA PŘI POUŽITÍ	153
4.1.1	Úvod	153
4.1.2	Přehled DIN 18008 Sklo ve stavebnictví – návrhová a konstrukční pravidla	155
4.1.3	Přehled prováděných důkazů	162
4.1.4	Liniově uložená skla (DIN 18008 část 2)	164
4.1.5	Bodově uložená skla (DIN 18008 část 3)	166
4.1.6	Zasklení chránící proti pádu (DIN 18008 část 4)	170
4.1.7	Pochozí zasklení (DIN 18008 část 5)	176
4.1.8	Zasklení pochozí za účelem údržby a zasklení chránící proti pádu (DIN 18008 část 6 – návrh)	178
4.2	PASIVNÍ BEZPEČNOST SE SKLEM	181
4.2.1	Úvod	181
4.2.2	Horizontální zasklení	184
4.2.3	Vertikální zasklení	188
4.3	AKTIVNÍ BEZPEČNOST – ZASKLENÍ ODOLNÁ VŮČI ÚTOKU	191
4.3.1	Úvod	191
4.3.2	Ručně vedený útok (prohození a prolomení)	192
4.3.3	Zasklení chránící proti střelbě	198
4.3.4	Zasklení odolná proti výbuchu	201
4.4	PROTIPOŽÁRNÍ SKLO	202
4.4.1	Úvod	202

4.4.2	Normy a klasifikace	203
4.4.3	Třídy požární odolnosti	208
5.	Skleněné aplikační výrobky SANCO	215
5.1	TEPELNÁ IZOLACE	215
5.1.1	SANCO Plus EN2 / SANCO SILVERSTAR EN2plus tepelně izolační sklo	218
5.1.2	SANCO Plus ZERO NG / SANCO SILVERSTAR ZERO NG tepelně izolační sklo	220
5.1.3	SANCO Plus TRIII E / SANCO SILVERSTAR TRIII E Multifunkční izolační sklo pro pasivní domy	222
5.1.4	Systémy okrajového spoje SANCO ACS / ACSplus	224
5.2	OCHRANA PROTI SLUNCI	227
5.2.1	Způsob fyzikálního působení na záření u protislunečních skel SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T	228
5.2.2	SANCO Sun COMBI / SANCO SILVERSTAR COMBI pro ochranu před slunečním zářením a tepelnou izolaci	230
5.3	OCHRANA PROTI HLUKU	233
5.3.1	Zvukově izolační sklo SANCO Phon	234
5.4	BEZPEČNOSTNÍ SKLO	237
5.4.1	Zasklení chránící proti prohození, prolomení	238
5.4.2	Zasklení chránící proti pádu	239
5.4.3	SANCO Alarm	240
5.4.4	Polykarbonátová skla	241

5.5	VESTAVBY V MEZISKELNÍM PROSTORU	245
5.5.1	Systémy v meziskelním prostoru pro zastínění/ochranu proti světlu a diskretnost SANCO CONTROL	245
5.5.2	Příčky v meziskelním prostoru	254
5.6	DEKORATIVNÍ SKLA	257
5.6.1	SANCO PRINT – sítotisk na skle	257
5.6.2	SANCO LAMEX COLORDESIGN / LAMEX COLORDESIGN Barevné bezpečnostní sklo do interiéru i exteriéru	260
5.6.3	SANCO LAMEX COLORPRINT FP / LAMEX COLORPRINT FP Motivy ve VSG pro interiéru i exteriér	262
5.6.4	SANCO COLORPRINT CP / COLORPRINT CP Lesklé obrazy na skle	264
5.6.5	SANCO COLORPRINT HD / COLORPRINT HD Lesklé a úžasně ostré obrazy na skle	266
5.6.6	SANCO SCREENLIGHT / SCREENLIGHT – správně osvětlené obrazy	268
5.6.7	SWISSCULINARIA – designová skla s maximální funkčností	270
5.6.8	SWISSPANEL SOLAR – Vícebarevný digitální tisk na fotovoltaické sklo	272
5.6.9	SANCO PHOTON – utváření skla laserovou technikou	274
5.7	SKLENĚNÉ KONSTRUKCE	279
5.7.1	Úvod	279
5.7.2	SWISSWALL – upevňovací systém pro skleněné fasády	280
5.7.3	SWISSANCHOR – bodový zádržný systém skla pro hladké vnější strany fasád	282
5.7.4	SANCO POINT / SWISSPOINT – bodové držáky zasklení	284
5.7.5	SANCO ROOF / SWISSROOF – systém skleněných přístřešků	286

5.7.6	LAMEX X-STRONG – vrstvené bezpečnostní sklo se zvýšenou nosností	288
5.7.7	SWISSRAILING two sided / two sided NG Systém skleněných zábradlí pro francouzské balkony	290
5.7.8	SWISSSTEP – kompletní systém pro skleněná schodiště a podlahy	292
5.7.9	SWISSDIVIDE – skleněné příčky do kanceláři, provozoven a obytných prostor	294
5.8	SANCO living – SKLENĚNÉ APLIKACE V DOMĚ	297
5.8.1	home.living – nábytek a interiéru ze skla	298
5.8.2	style.living – skleněné konstrukce v interiéru	300
5.8.3	spa.living – sklo v koupelně	302
5.9	SANCO living – SKLO NA DOMĚ A KOLEM NĚJ	307
5.9.1	outdoor.living	307
5.10	SPECIÁLNÍ SKLA	311
5.10.1	Neoslňující skla	311
5.10.2	Spínatelná skla SANCO LAMEX transopac / LAMEX TRANSOPAC	316
5.10.3	SANCO Plus FREE VISION T / SANCO SILVERSTAR FREE VISION T	318
5.10.4	Sklo SANCO s vrstvou DURACLEAR	319
5.10.5	SANCO BIRDprotect / SILVERSTAR BIRDprotect	321
6.	Literatura SANCO – aplikační technika	325
7.	Rejstřík	328

Kniha o skle SANCO

Stejně jako všechny aktuální informace a soubory dat není tato kniha uzavřeným dílem. Výzkum a vývoj jdou dále. V důsledku inovací podléhají výrobky trvalému zlepšování. Změny výrobků jsou možné také z důvodu legislativních kroků.

Tato kniha se proto periodicky přepracovává a nově vydává. Obsah této knihy o skle SANCO byl vypracován podle nejlepších vědomostí a znalostí aktuálních zákonů, směrnic, norem a nařízení. Změny jsou vyhrazeny. Aktuální informace získáte na: www.sanco.de



1. SANCO®

1.1 ZNAČKA SANCO

Společnost SANCO nabízí široké spektrum výrobků pro komplexní stavební situace. Izolační sklo pro nízkoenergetické stavby, tepelnou a protihlukovou izolaci, ochranu proti slunečnímu záření a bezpečnost. Vedle té nejlepší tepelné izolace u energeticky úsporných izolačních skel je hlavním rysem SANCO vysoká schopnost kombinovat nejrozumnější funkční charakteristiky. Energetická účinnost, ochrana proti slunečnímu záření, zvuková izolace, bezpečnost a vynikající optika se spojují do multifunkčního řešení vhodného pro dané použití. Společnost SANCO tak svou obsáhlou paletou výrobků

více než vyhoví rostoucím požadavkům na stavby ve spojení s přísnými zákonnými ustanoveními.

Marketingovou iniciativou SANCO living / iso. living se společnost SANCO obrací na stavebníky novostaveb a rekonstrukcí s výrobky pro okna, fasádu, sklo v okolí domu a v domě v mnoha oblastech použití. Společně s partnery – zpracovateli je celé spektrum skla zaměřeno na cílovou skupinu koncových uživatelů. Cílem je nabídnout stavebníkům kvalitnější výrobky pro okna, design a konstrukční skleněnou architekturu.





Kvalita SANCO od samého počátku

Klíčový pojem pro úspěch značky a výrobků SANCO je důsledné řízení jakosti. Požadavek: co možná nejlepší výrobek pro zákazníka. Kromě vlastního dohledu probíhá externí kontrola ze strany evropských akreditovaných zkušebních orgánů.

Společnost SANCO sází na produktový pas. Ten obsahuje přehled prověřených systémů izolačních skel, zajištěná pravidla převodu podle DIN EN 1279-1 pro vyměněné součásti v systému izolačních skel a prokázané funkční charakteristiky podle DIN EN 1279-5. Zároveň dokládá, že společnost SANCO může prokázat použití označení CE.





1.2

SKUPINA SANCO

Již v šedesátých letech, kdy byla výroba tehdy takzvaného sendvičového izolačního skla ještě v počátcích, bylo předvídatě zjištěno, že výzkum potřebný pro vývoj výrobku, kontrolu jakosti a reklamu lze zvládnout jen v rámci jedné skupiny. V roce 1969 byla založena skupina SANCO, která již tehdy měla vedoucí postavení na trhu. V roce 1984 následovalo převzetí práv na ochrannou známku švýcarskou firmou Glas Trösch.

S více než 60 aktivními členy je dnes skupina SANCO největší evropskou skupinou vyrábějící izolační sklo. V Belgii, Německu, Itálii, Nizozemsku, Dánsku, Finsku, Norsku, Polsku, na Slovensku, v Česku, Švýcarsku, na Ukrajině a v Moldávii, většinou ve středně velkých podnicích, se vyrábí izolační sklo, vrstvené bezpečnostní sklo a jednovrstvé bezpečnostní sklo.

Skupina SANCO se účastní různých národních a mezinárodních odborných veletrhů a je aktivní při zastupování a rozvoji v rámci odvětvových sdružení.

Partnerství je řízeno oddělením pro poradenství SANCO v Ulmu. To organizuje technické informace, semináře, školení, řízení jakosti, techniku výrobků a aplikační techniku a společné marketingové aktivity.

Aktuální přehled držitelů licencí SANCO a odkazy na příslušné podniky najdete na webových stránkách **www.sanco.de**





2. Stavební materiál sklo

2.1 VÝROBA FLOATOVÉHO SKLA

Floatové sklo se vyrábí v jednom plynulém toku. Přitom vzniká nekonečný, nikdy se neodtrhávající pás skla. Podle kapacity zařízení je možné za den vyrobit až 1000 tun skla. Pouze maximální přesnost po celé dráze výroby několika stovek metrů může garantovat vysokou kvalitu floatového skla.

Nejdůležitější surovinou pro výrobu floatového skla je křemičitý písek. Materiál, který je v přírodě k dispozici v dostatečném množství a který budou mít k dispozici v dostatečném množství i budoucí generace. Kromě toho je potřeba soda, dolomit, vápno a další suroviny v menším množství. Pro zlepšení procesu tavení se do směsi přidává asi 20 % čistých skleněných střepů (recyklovaných). Tyto suroviny se jako směs dostávají do tavicí pece a zde jsou při teplotě cca 1550 °C roztaveny a čerpeny k odstranění bublinek.

Kapalně sklo je přiváděno do floatační lázně, která obsahuje roztavený cín v ochranné atmosféře. Na roztaveném cínu „floatuje“ skleněná hmota ve formě nekonečného pásu. V důsledku povrchového napětí skla a rovného povrchu cínové lázně se vytváří planoparalelní, nezkrácený skleněný pás vysoké optické kvality.

V chladicím tunelu a následně na otevřené válečkové dráze je skleněný pás průběžně ochlazen ze 600 na 60 °C, kamerové techniky provádějí kontrolu defektů, a následně se pár řezů na skleněné tabule převážně o rozměrech 3120 x 6000 mm.

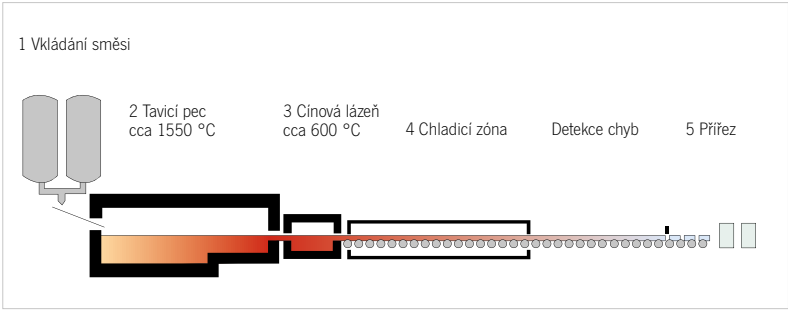


Pojmy, symboly, jednotky

Symbol	Označení	Význam	Jednotka
σ	sigma	Mechanické napětí	N/mm ²
ρ	ró	Hustota	kg/m ³
HM	HM	Tvrdost dle Mohse, Mohsova tvrdost	HM
E	E	Modul pružnosti	N/mm ²
μ	mí	Poissonovo číslo, součinitel příčné roztlačnosti	–
c	c	Specifická tepelná kapacita	J/kgK
α	alfa	Tepelná délková roztlačnost	10 ⁻⁶ .1/K
λ	lambda	Tepelná vodivost	W/mK
K	Kelvin	Jednotka teploty	K
n	n	Index lomu	–
Δ	delta	Matematický operátor pro rozdíl	–

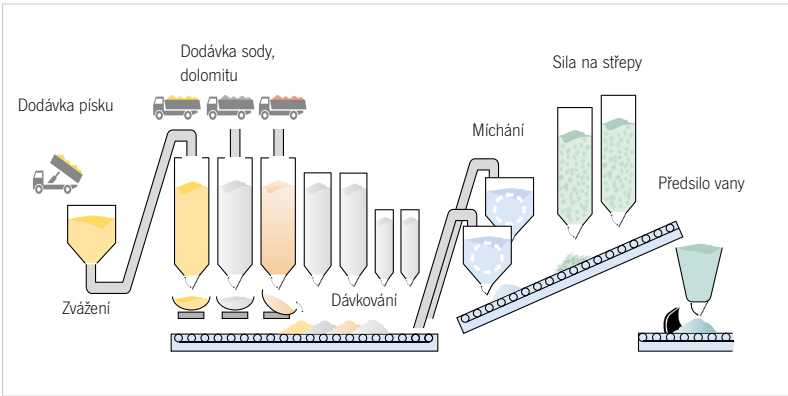
2.

Schéma procesu floatového skla



1 Vkládání směsi

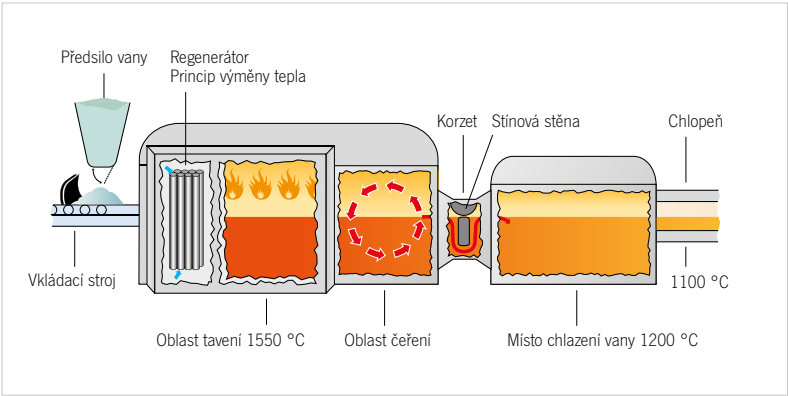
Směs je plně automaticky zvážena a dopravena do vany. Za den se podle velikosti vany naplní až 1200 t základního materiálu.



2.

2 Tavení

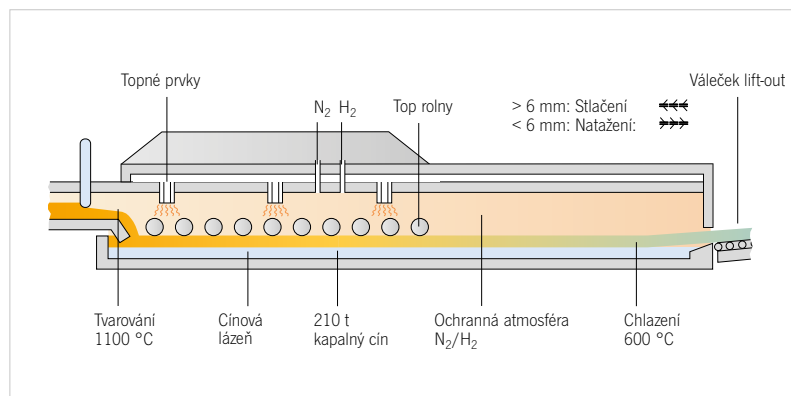
Tavení směsi ve vaně se provádí při teplotě cca 1550 °C. Poté následuje čerící zóna, kde je sklo čereno pokud možno s minimem bublinek. Potom se v takzvaném místě chlazení připravuje následující tvarování ochlazením na cca 1100 °C. V tavné vaně a místě chlazení se trvale nachází až 1900 t skla.



3 Cínová lázeň

Kapalné sklo se nalije na lázeň s kapalným cínem. Přizpůsobením spodní plochy zcela rovnému povrchu cínové lázně a současným ohřevem shora (glazura vytvořená zapálením v ohni) vzniká planoparalelní sklo odpovídající sklu zrcadlovému. Prostřednictvím takzvaných válečkových strojů TRM, které zasahují do okraje skleněného pásu, a pomoci ohřevu a

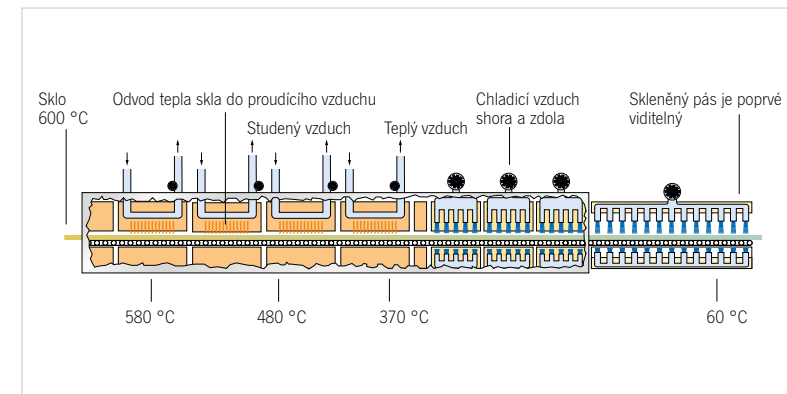
chlazení v plavici lázni a při zohlednění rychlosti tažení skleněného pásu ve válečkové chladicí peci, se nastavuje tloušťka skla. Bez vnějšího zásahu by se nastavila rovnovážná tloušťka asi 6 až 7 mm. Aby se docílilo nižší tloušťky skla, musí hustá skleněná hmota zrychlit zvýšením rychlosti tažení válečkové chladicí pece, pro větší tloušťky se musí zpomalit.



4 Chladicí zóna

Skleněný pás se po opuštění cínové lázně dostane do více než 140 m dlouhé válečkové chladicí pece. Je ochlazen z cca 600 na 60 °C. Pomalé a kontrolované chlazení zajiš-

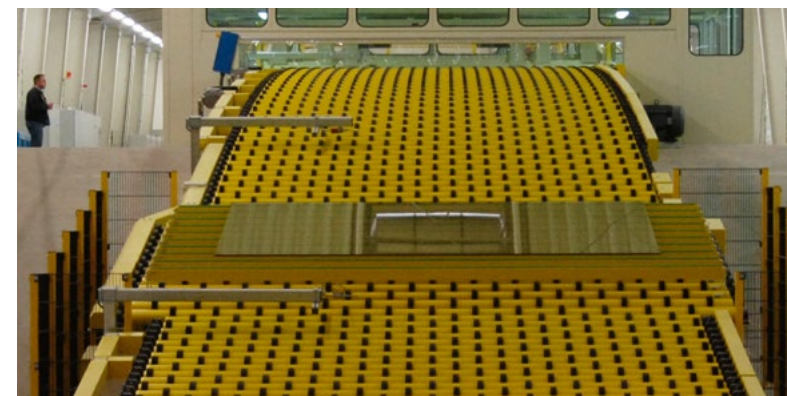
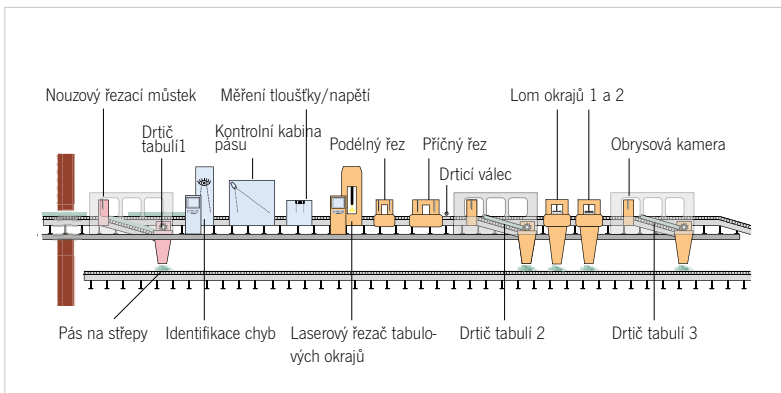
tuje tuhnutí skleněné hmoty s malým prnutím. To je důležité pro další bezproblémové zpracování.



5 Přířez

Poslední část výrobní linky se nazývá „studený konec“. Zahrnuje kontrolu kvality a přířez. Kamerové systémy průběžně kontrolují, zda se v celém pásu skla nevyskytují sebemenší vady. Oblasti skleněného pásu, které nevyhoví vysokým nárokům, je tak možné okamžitě vyřadit.

Poté je sklo řezáno na standardní rozměry (3210 x 6000 mm) a ukládáno. Na zvláštní přířezové lince je možné sklo dále upravovat podle rozměrů zákazníka. Po 400 m vzniklo z převážně přírodních surovin plavené sklo – připravené k expedici, hotové pro další zpracování.



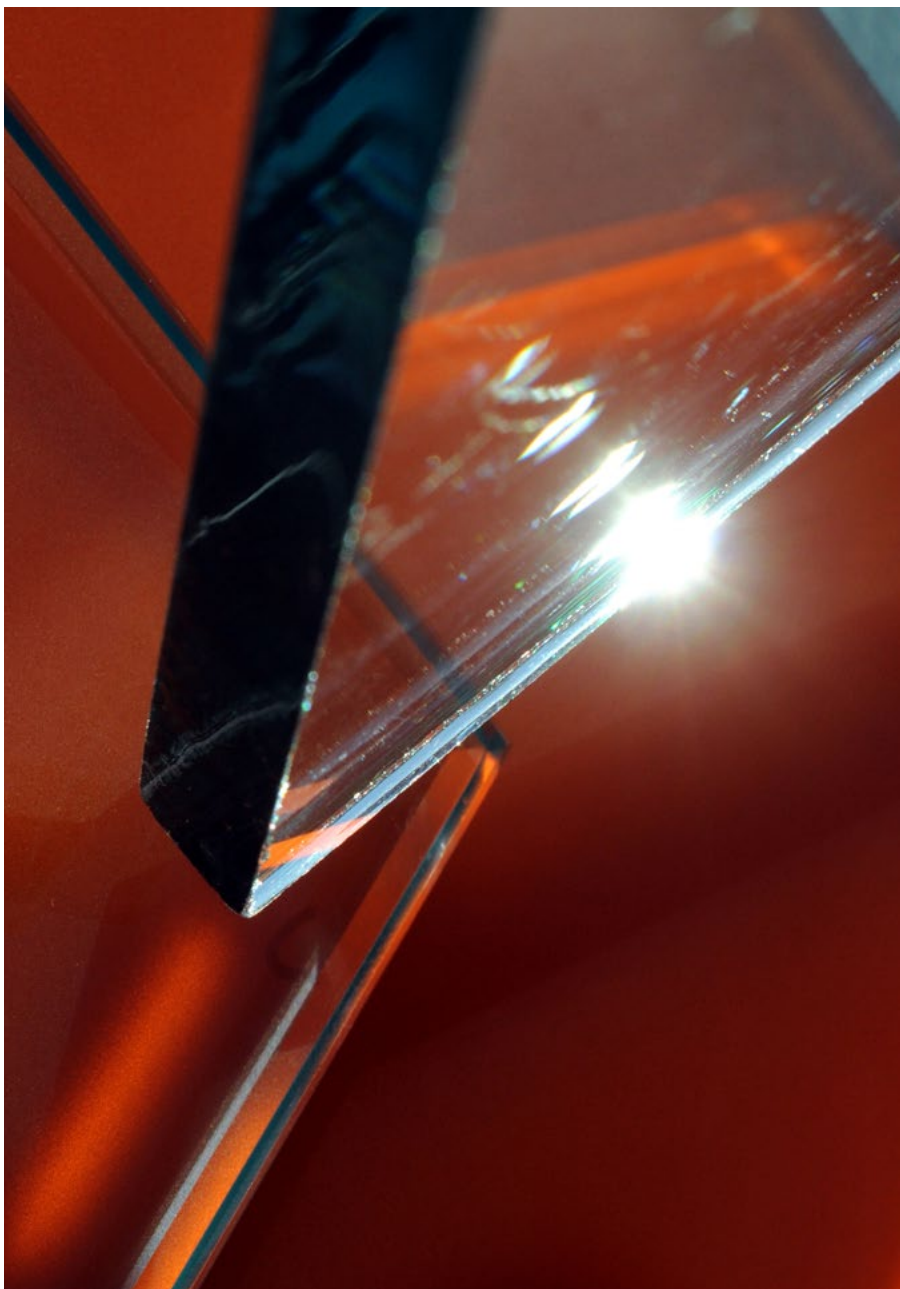
Všechny procesy výrobní linky jsou sledovány a dokumentovány kamerami a senzory.

Zařízení pro identifikaci vad celý pás skla průběžně kontroluje, zda neobsahuje sebemenší vady.



Floatové sklo se dále zpracovává na:

- Tepelně izolační sklo
- Vysoce tepelně izolační sklo pro stavbu pasivních domů
- Zvukově izolační sklo
- Protisluneční izolační sklo
- Bezpečnostní sklo
- Vrstvené bezpečnostní sklo (VSG)
- Jednoduché bezpečnostní sklo (ESG)
- Protipožární sklo
- Potištěné a emailované sklo
- Kombinace skel pro multifunkční použití
- Skla pro konstrukce, fasády a okna



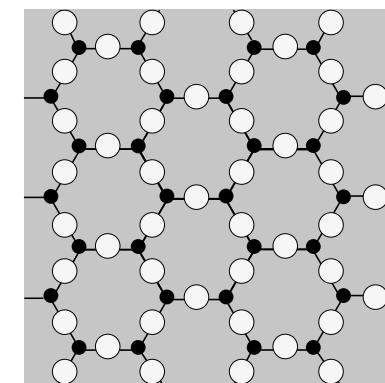
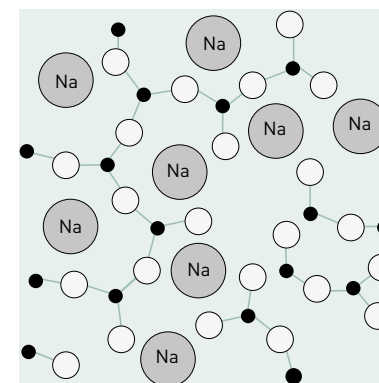
2.2 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI PLOCHÉHO SKLA

2.2.1 Definice a složení

Sklo, které dnes používáme jako stavební materiál, se na základě svého složení nazývá sodnovápenatokřemičité sklo. Při výrobě se suroviny zahřívají. V důsledku následného procesu ochlazování nemají ionty a molekuly žádnou možnost se uspořádat. Křemík a kyslík se nemohou spojovat do krystalů, neuspořádaný stav molekul se „zmrazí“. Sklo je tedy tvořeno nepravidelně prostorově zřetězenou sítí z křemíku (Si) a kyslíku (O), v jejichž mezerách jsou uloženy kationty. Pokud se sklo zahřeje na cca 1000 °C a tato teplota je po určitou dobu udržována, začíná takzvané odskelnění. Přitom vznikají krystaly křemí-

ku, které jsou odděleny od vlastní skleněné hmoty. Tento postup vede k mléčně neprůhlednému sklu.

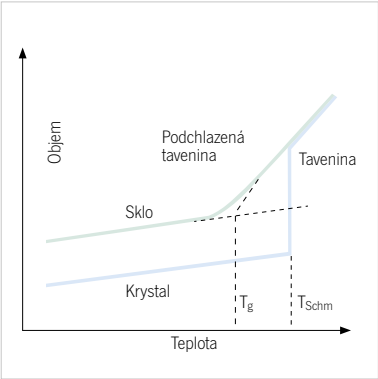
Sklo není v chemicko-fyzikálním smyslu pevná látka, spíše ztuhlá kapalina. Molekuly jsou neuspořádané a nevytvářejí krystalovou mřížku. Často je tento stav uváděn jako důvod transparentnosti látky. Kromě toho existují i další teorie. Jedna například odvozuje transparentnost od skutečnosti, že oxid křemičitý je velice stabilní sloučenina, která nemá žádné volné elektrony, které by mohly vzájemně působit se světelným zářením.



Zjednodušené schematické zobrazení struktur floatového skla (vlevo) a krystalického SiO_2

2.

Protože sklo se skládá z různých sloučenin, neexistuje žádný chemický vzorec pro výpočet fyzikálních vlastností. Sklo nemá bod tání, jak je to znám u jiných látek, například u vody, která je nad 0 °C kapalná a pod 0 °C krystalizuje v led. Při zahřátí sklo plynule přechází z pevného (vysoce viskózního) stavu do stavu kapalného (nizkoviskózního). Teplotní rozsah mezi pevným, křehkým a plasticky viskózním stavem se často označuje jako transformační oblast. Ta se u floatového skla pohybuje mezi 520 – 550 °C. Jako hrubé zjednodušení je z toho možné odvodit střední hodnotu 535 °C, která se označuje jako bod transformace nebo teplota transformace (T_g).



Schématické zobrazení změn vlastností (pevná/kapalná) u krystalických a sklovitých látek

Skutečnost, že sklo je právem označováno jako zmrazená kapalina, vede často k názoru, že sklo by mělo ve ztuhlém stavu stále, i když velice pomalu, téct. Svisle stojící skleněná tabule by po dostatečně dlouhém čase (po desetiletích nebo stoletích) byla na spodním konci měřitelně silnější. Tak tomu ale není. Dnes je vědecky prokázáno,

že skleněné těleso při provozních teplotách nemění svůj tvar v důsledku zatížení vlastní tíží, ledaže se jedná o průhyb ve statickém smyslu.

V porovnání s mnoha krystaly má sklo amorfni izotropii, tj. vlastnosti jsou nezávislé na tom, jakým směrem jsou měřeny.

Složení sodnovápenatokřemičitého skla

Surovina	Chemický vzorec	Podíl
Oxid křemičitý	(SiO ₂)	69 % – 74 %
Oxid sodný	(Na ₂ O/soda)	12 % – 16 %
Oxid vápenatý	(CaO)	5 % – 12 %
Oxid hořečnatý	(MgO)	0 % – 6 %
Oxid hlinitý	(Al ₂ O ₃)	0 % – 6 %

2.2.2 Mechanické vlastnosti

Pevnost v tahu a tlaku

Základní křemičitá hmota dodává sklu tvrdost a pevnost, ale také známou nežádoucí křehkost. Vlastnost, které se musí při každém použití věnovat náležitá pozornost. Sklo nemá, na rozdíl například od kovů, žádnou plastickou oblast. Je elastické až na hranici lomu. Proto k lomu dochází náhle, bez předchozích viditelných náznaků.

Pevnost skla v tlaku je velmi vysoká. Zdaleka přesahuje tuto hodnotu u ostatních stavebních materiálů. Proto při praktickém použití skla na stavbě nepředstavuje v podstatě žádný problém. Rozhodující je pevnost v tahu, zejména pevnost v tahu při ohybu. Je známo, že skleně-

ná vlákna vykazují velmi vysokou pevnost v tahu. Není ovšem žádný velký rozdíl mezi nosností skleněného vlákna a skleněné tabule. Nosnost skleněné tabule již prakticky nezávisí na soudržnosti v chemické struktuře, nýbrž na jiných vlivech. Sklo ve skutečnosti není žádné zcela kompaktní těleso, ale má četné diskontinuity jako povrchové vady ve formě mikrotrhlín a záseků. Ty nakonec určují praktickou pevnost. Navíc je pozoruhodné, že pevnost s délkou zatížení klesá, proto v praxi často platí různá přípustná napětí, podle druhu délky zatížení. Typickým krátkodobým zatížením je např. zatížení větrem, zatímco zatížení sněhem působí dlouhodoběji.

2.

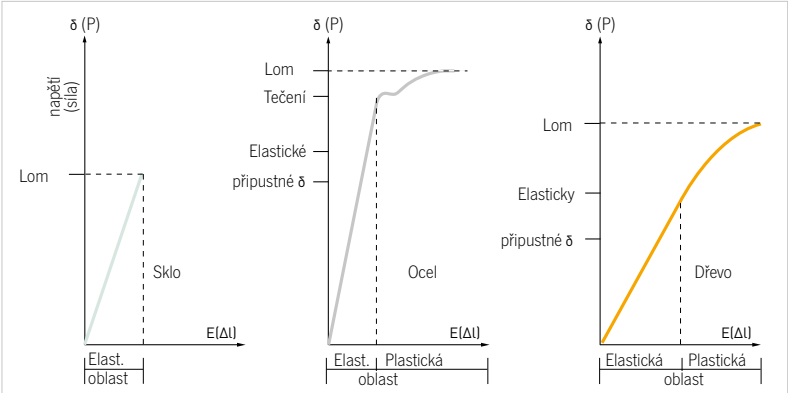


Diagram dráhy/síly pro sklo, ocel a dřevo ve srovnání

Srovnání pevnosti různých materiálů (cca hodnoty)

Materiál	Přípustné napětí v ohybu	Pevnost v tlaku
Floatové sklo/zrcadlové sklo	12 – 18 N/mm ²	700 – 900 N/mm ²
Částečně předpjaté sklo (TVG)	29 N/mm ² *	700 – 900 N/mm ²
Jednovrstvé bezpečnostní sklo z floatového skla	50 N/mm ²	700 – 900 N/mm ²
Hliník	70 N/mm ²	70 N/mm ²
Stavební ocel	180 N/mm ²	180 N/mm ²
Dub	50 N/mm ²	30 N/mm ²
Buk	35 N/mm ²	25 N/mm ²

* Hodnota, s níž se počítá podle schválení

Modul pružnosti

Materiál	Elasticita
Floatové sklo/zrcadlové sklo	70000 N/mm ²
Jednovrstvé bezpečnostní sklo z floatového skla	70000 N/mm ²
Hliník	70000 N/mm ²
Stavební ocel	210000 N/mm ²
Dub	12500 N/mm ²
Buk	11000 N/mm ²

Objemová hmotnost materiálu

Materiál	Hustota
Sodnovápenatokřemičité sklo	2,5 kg/m ³
Sklo chránící před zářením RD 50	5,0 kg/m ³
Hliník	2,7 kg/m ³
Ocel	7,9 kg/m ³
Beton	2,0 kg/m ³
Olovo	11,3 kg/m ³

Hmotnost

Hodnoty pro každodenní použití:

1 m² skla váží 2,5 kg na mm tloušťky.

1 m² floatového skla o tloušťce 6 mm

váží 6 x 2,5 kg = 15 kg.

Povrchová tvrdost

V porovnání s jinými materiály, např. dřevem, kovy a plasty, má sklo velice tvrdý povrch.

Povrchová tvrdost podle Mohse (HM)

Materiál	Povrchová tvrdost
Apatit	5 HM
Sodnovápenatokřemičité sklo (floatové sklo, okenní sklo, ornamentní sklo)	5 – 6 HM
Živec	6 HM
Křemík	7 HM

Škrábance jsou viditelné od hloubky cca 100 nm (0,0001 mm), od cca 2000 nm (0,002 mm) citelné. U povrstvených skel jsou škrábance viditelné již od hloubky cca 10 nm!

2.2.3 Tepelné vlastnosti

Součinitel tepelné roztažnosti

V porovnání s jinými materiály má sklo nízkou tepelnou roztažnost, která navíc závisí na složení. Například sklokeramika nevykazuje prakticky žádnou tepelnou roztažnost. Proto odpadají napětí, která mohou vyplynout z různě zahřátých zón. Součinitel roztažnosti $9,0 \times 10^{-6}/K$ znamená, že tabule floatového skla dlouhá 1 m se při zahřátí o $100\text{ }^{\circ}K$ roztáhne o 0,9 mm. Pro hliník by analogická hodnota činila 2,4 mm.

Materiál	Součinitel tepelné roztažnosti
Sodnovápenatokrémicité sklo (floatové sklo, ornamentní sklo)	$9,0 \times 10^{-6}/K$
Borosilikátové sklo	$9,0 \times 10^{-6}/K$
Křemenné sklo	$0,5 \times 10^{-6}/K$
Sklokeramika	$0,1 \times 10^{-6}/K$
Hliník	$24 \times 10^{-6}/K$
Ocel	$12 \times 10^{-6}/K$
Beton	$10 - 12 \times 10^{-6}/K$

Tepelná vodivost

V porovnání s kovy je schopnost skla vést teplo sice velice malá, oproti běžným izolačním materiálům ovšem velká. V praktickém použití na stavbě však hraje pouze nevýznamnou roli, protože mimořádně dobrá tepelná izolace izolačních skel spočívá zejména v účinku tepelně izolačních vrstev.

Součinitel tepelné vodivosti

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti
Sodnovápenatokrémicité sklo (floatové sklo, okenní sklo, ornamentní sklo)	1,00 W/mK
Hliník	160,00 W/mK
Ocel	50,00 W/mK
Beton	1,00 W/mK
Dřevo (smrk)	0,14 W/mK
Korek	0,05 W/mK
Polystyren	0,04 W/mK

Odolnost proti změnám teploty

Odolností proti změnám teploty se rozumí schopnost odolat prudkým rozdílům teploty. Udává se v Kelvinech a je měřítkem pro pravděpodobnost takzvaného teplotního šoku, tj. lomu v důsledku tepelného přetížení. Čím je odolnost skla proti změnám teploty vyšší, tím nižší je nebezpečí tepelného šoku. Přímý závěr ohledně maximálně přípustné povrchové teploty zasklení na základě odolnosti proti změnám teploty ovšem nelze učinit, protože rozhodující je zejména rozdělení teploty ve stavebním dílu.

Druh skla	Odolnost proti změnám teploty
Floatové sklo	40 K
Částečně předpjaté sklo (TVG)	100 K
Jednoduché bezpečnostní sklo (ESG)	150 K
Borosilikátové sklo	260 K
Sklokeramika	> 300 K

 Přepočítací tabulka Kelvin – Celsius – Fahrenheit

Kelvin	Celsius	Fahrenheit
0 K	-273,15 °C (absolutní nula)	-459,67 °F
40 K	-233,15 °C	-387,67 °F
100 K	-173,15 °C	-279,67 °F
150 K	-123,15 °C	-189,67 °F
260 K	-13,15 °C	8,33 °F
273,15 K	0 °C	32 °F
255,37 K	-17,78 °C	0 °F

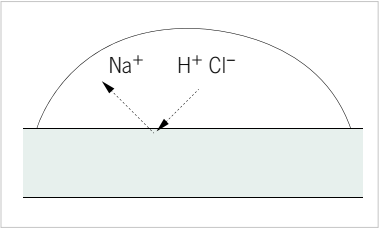
2.2.4 Chemické vlastnosti

Floatové sklo vykazuje vysokou odolnost vůči téměř všem chemikáliím. Jednou výjimkou je kyselina fluorovodíková (HF), která se používá k

leptání skla. Také vůči mnoha vodným roztokům není sklo absolutně stabilní. Jak kyselé, tak zejména zásadité roztoky mohou narušit povrch.

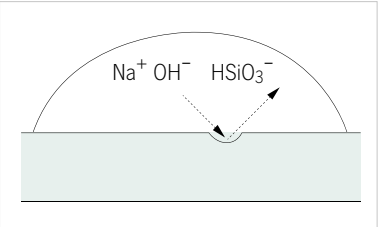
Působení kyseliny

Jedná se o výměnu iontů, při které jsou např. ionty Na^+ a Ca^{2+} nahrazeny ionty H^+ , aniž by byla narušena mřížka SiO_2 . Proto tento proces nezanechává žádné viditelné stopy. Podobný proces se dokonce používá k zušlechťování skel při takzvaném chemickém předpětí.



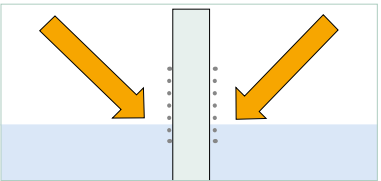
Působení louhů

Při tomto procesu reaguje louh s mřížkou SiO_2 . Vznikají rozpustné křemičité kyseliny, struktura skla je zničena. Zůstávají viditelná poleptání, jako když se například dostane na zasklení cementové mléko. Již po krátké době působení je povrch narušen a vznikají nenapravitelné škody.



Koroze skla na hranici mezi vodou a vzduchem

Skla, která delší dobu stojí ve vodě, mohou být na hranici mezi vodou a vzduchem poškozena chemickým procesem. Uvolněním iontů sodíku může ve spojení s vodou vznikat louh sodný. Při stálé výměně vody se louh okamžitě silně zředí a není tak nebezpečný. Na přechodu mezi vodou a vzduchem, kde dochází jen k malé výměně vody, nebo při působení stojící vody, ke zředění nedochází a může tak dojít k poškození povrchu vznikajícím louhem sodným.



2.2.5 Fyzikální vlastnosti záření

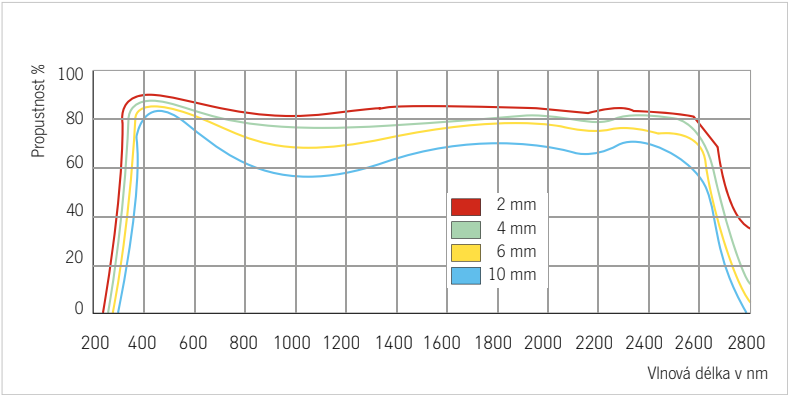
Vynikající vlastností skla je jeho propustnost pro sluneční záření, zejména pro světlo. Tato charakteristika, ve spojení s vysokou pevností, tvrdým povrchem a mimořádně vysokou

odolností činí ze skla jedinečný, prakticky nenahraditelný stavební materiál.

Spektrální rozdělení slunečního záření

Sluneční záření	Oblast vlnové délky
Ultrafialové záření (UV záření)	320 – 380 nm
Světelné záření	380 – 780 nm
Infračervené záření (IR záření)	780 – 3000 nm

Spektrální propustnost floatového skla různé tloušťky



2.2.6 Další vlastnosti

Zvuková izolace

Na základě své hustoty se sklo výborně hodí pro zvukovou izolaci. Sklo se ovšem v porovnání s jinými stavebními materiály (pálené cihly, beton, dřevo atd.) zpravidla instaluje jen ve velice malých tloušťkách, čímž se toto tvrzení relativizuje. Optimálních hodnot zvukové izolace se dosahuje pomocí příslušně instalovaných prvků izolačního skla nebo speciálních prvků vrstveného bezpečnostního skla, jejichž tloušťky prvků jsou srovnatelně stále ještě velice malé.

Hodnoty zvukové izolace skel a jiných stavebních materiálů

Stavební materiál	Tloušťka	Rozměr zvukové izolace
Floatové sklo	3 mm	≈ 28 dB
	6 mm	≈ 31 dB
	12 mm	≈ 34 dB
VSG se zvukově izolační fólií	12 mm	≈ 39 dB
Zvukově izolační sklo	42 mm	≈ 50 dB
Konstrukce dřevěné stěny	80 mm	≈ 35 dB
Cihlová stěna	200 mm	50 dB

Odolnost

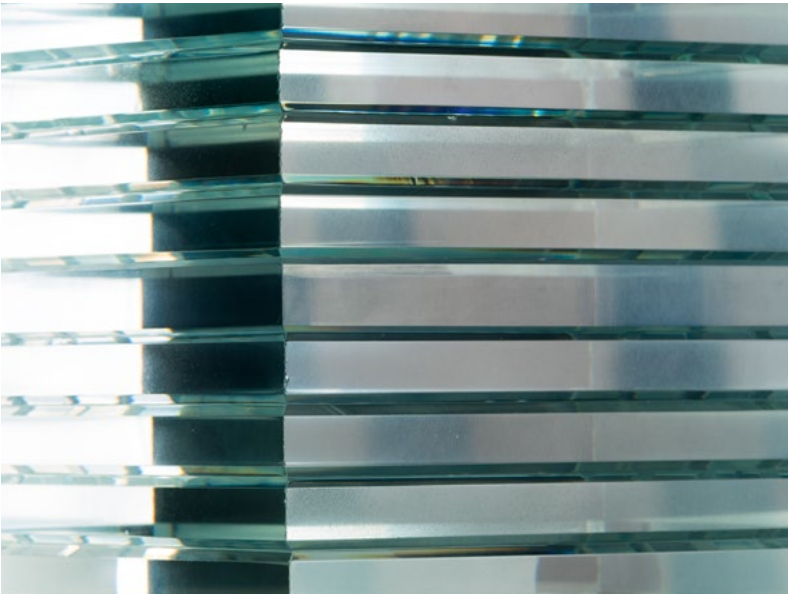
Sklo je jeden z nejodolnějších stavebních materiálů, které si můžeme představit.

Sklo

- nerezaví
- nehnije
- nenapadají ho plísně
- nezhvětrává
- nezbarvuje se
- nepohlcuje vlhkost
- neuvolňuje vlhkost
- neobobtná
- nesychá se
- nemizí
- odolává chladu a teplu
- nekřehne ani neménke
- je odolné vůči UV záření a světlu

2.2.7 Shrnutí nejdůležitějších technických parametrů floatového skla

Vlastnost	Symbol	Číselná hodnota a jednotka
Hustota	ρ	2,5 kg/m ³
Tvrdost (dle Mohse)	HM	6 HM
Modul pružnosti	E	70000 N/mm ²
Poissonovo číslo	μ	0,2
Specifická tepelná kapacita	c	0,72 x 10 ³ J/kgK
Střední tepelný koeficient délkové roztažnosti mezi 20 a 300 °C	α	9 x 10 ⁻⁶ /K
Tepelná vodivost	λ	1 W/mK
Střední index lomu ve viditelné oblasti (380 až 780 nm)	n	1,5





2.3 ZÁKLADNÍ SKLA

2.3.1 Floatové sklo

Floatové sklo je dnes nejčastěji používaný druh skla. Standardní floatové sklo vykazuje lehké zelené zabarvení, které může být zejména na okrajích skla výrazně vnímáno.

Zelené zabarvení, také zvané zelenavý odstín, vyplývá z malých množství oxidu železitého, který je obsažen v surovinách.

Extra bílé floatové sklo

Extra bílé sklo, které je vyrobeno ze surovin mimořádně chudých na oxid železitý a nemá prakticky žádnou vlastní barvu.

Používá se většinou z estetických a optických důvodů.

Floatové sklo barevné

Přidáním oxidů kovů je možné vyrobit barevné floatové sklo, přičemž se probarví celá skleněná hmota. To vede k tomu, že intenzita příslušné barvy je svázána s tloušťkou skla. Teoreticky by bylo možné velké množství barevných tónů, z praktických důvodů zůstává ovšem dostupná paleta omezena na několik tónů (zelená, šedá, bronzová, modrá). Pod slunečním zářením se barevná skla kvůli vysoké absorpci záření velice silně zahřívají, čímž se zvyšuje tepelné riziko lomu. Barevná

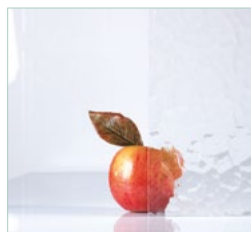
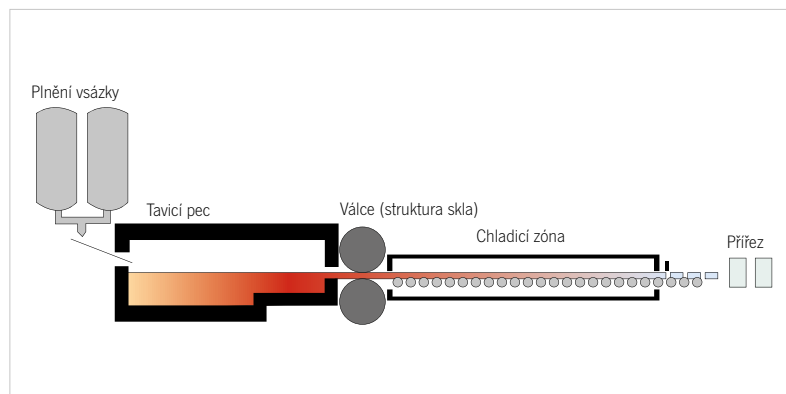
floatová skla proto musejí být v praxi často předpjatá.



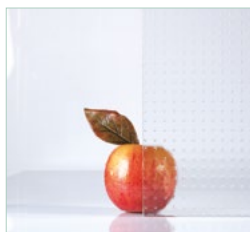
2.3.2 Ornametní nebo lité sklo

Ornametní skla jsou skla s jedno- nebo oboustranně, více nebo méně výrazně strukturovaným povrchem. Při výrobě prochází skleněná hmota pro tvarování jedním nebo několika páry válců, které vytvářejí požadované vzorování. Sklo tak sice ztrácí svou jasnou průhlednost, ale právě proto se hodí jako ochrana před pozorováním s vysokou světelnou propustností. Tepelná a statická zatížitelnost ornametních skel je obecně nižší než u floatového skla.

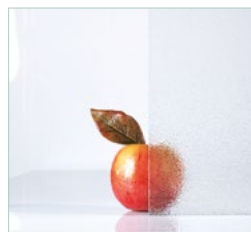
Některá strukturní skla je možné předepnout, laminovat do VSG nebo spojit do izolačního skla. Zpracování závisí na druhu a průběhu struktury a výrobně technických podmínkách.



Spec. 32 bílá



Mastercarré bílá



Surové zrcadlové sklo 200 bílé

2.3.3 Ornametní drátosklo, drátosklo a leštěné drátosklo (drátové zrcadlové sklo)

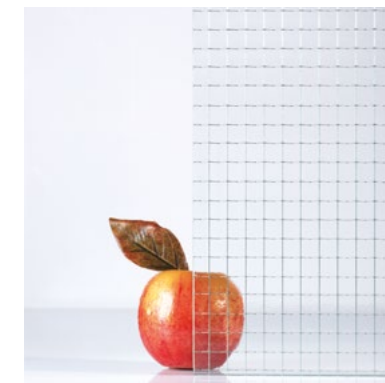
Ornametní sklo může být opatřeno vložkou z drátěné sítě, která se během výrobního procesu vloží do ještě kapalného skla. Při

mechanickém zničení drží drátěná síť úlomky pohromadě, čímž poskytuje jistou ochranu proti padajícím střepům.

- Ornametní drátosklo má strukturovaný povrch
- Drátosklo má dva hladké povrchy
- Leštěné drátosklo (dříve drátové zrcadlové sklo) má dva leštěné povrchy



Varování
Drátosklo je podstatně náchylnější k lomu než floatové sklo a v žádném případě to není bezpečnostní sklo.



Drátosklo

2.3.4 Sklo pro renovace

Pojmem okenní sklo se dnes označuje sklo, které bylo vyrobeno tažením. Okenní sklo a floatové sklo mají stejné chemické složení a vykazují stejné fyzikální vlastnosti. Význam okenního skla se dnes prakticky omezuje na trh renovací pro historicky významné budovy.

Tažné pásy, které dodávají povrchu skla trochu života, jsou při rekonstrukci nebo renovaci historických částí oken velice žádané.

2.3.5 Borosilikátové sklo

Obsahuje přísávek 7 – 15 % oxidu boritého. Součinitel tepelné roztažnosti je v porovnání s floatovým, okenním a ornamentním sklem podstatně nižší. Borosilikátové sklo proto má podstatně vyšší odolnost proti změnám teploty a kromě toho vysokou odolnost vůči louhům a kyselinám. Používá se tam, kde je vyžadována vysoká teplotní odolnost.



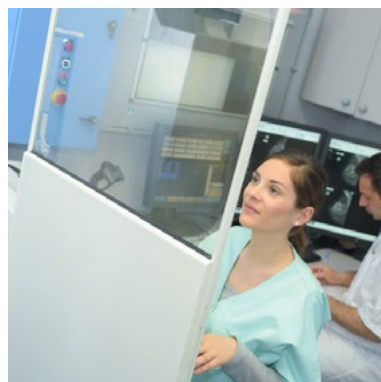
2.3.6 Sklokeramika

Sklokeramiky nejsou skla ve vlastním smyslu slova, protože mají částečnou nebo úplnou mikrokristalickou strukturu. Přesto mohou být absolutně čiré. Mají mimořádně vysokou odolnost proti změnám teploty. Známa je především jako keramická varná deska.



2.3.7 Protiradiační sklo

Obsahuje vysoký podíl oxidu olovnatého, který pohlcuje rentgenové záření. Často se proto označuje také jako olovené sklo. Protiradiační sklo má vysokou hustotu (podle obsahu olova až 5 g/cm³) a je proto a dvakrát tak těžké než floatové sklo. Pro protiradiační sklo je kromě toho charakteristické lehké žluté zabarvení. Jeho účinnost proti rentgenovému záření se udává takzvaným ekvivalentem olova. Oblast použití je především v nemocnicích a ve výzkumu a vývoji. Obecně všude tam, kde je požadován čistý průhled, ale musí být zaručena optimální ochrana proti záření.



2.3.8 Křišťálové zrcadlové sklo

Označení pro lité a válcové, na obou stranách planoparalelně broušené sklo. S čirým průhledem a bezvadnou optikou, bezbarvé nebo barevné (nahrazeno floatovým sklem).



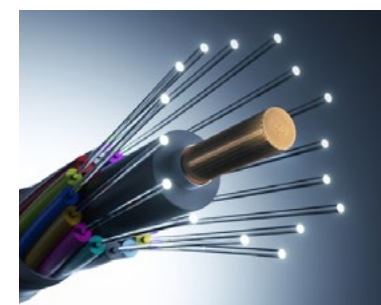
2.3.9 Křišťálové sklo

Označení pro většinou olovo obsahující, broušené duté sklo (není ploché sklo).



2.3.10 Křemenné sklo

Křemenné sklo je tvořeno čistým oxidem křemičitým. Často je označováno také jako křemičité sklo, což je ovšem trochu zavádějící označení, protože nemá krystalickou strukturu jako křemen, ale jak je u skel obvyklé, vykazuje amorfní strukturu. Křemenné sklo má vysokou propustnost pro ultrafialové záření, nízký součinitel tepelné roztažnosti a díky tomu vysokou odolnost proti změnám teploty. Použití: Optika, výroba svítidel, výroba polovodičů, světlovodné kabely a izolační materiál v elektronických součástech.



2.3.11 Zpracování skla

2.3.11.1 Opracování hran podle DIN 1249, část 11

Řezná hrana vzniká při naříznutí a následném zlomení skla podél řezu. Okraje řezné hrany jsou ostré. V řezné hraně jsou viditelné Wallnerovy linie (mírně vlnité linie na hraně skla, které vznikají při lomu skla) příčně k okrajům.

Řezná hrana je zpravidla hladce zlomená, ovšem speciálně u silnějších tabulí a nelineárních tvarových tabulí mohou vznikat také nepravidelná místa zlomu, např. jako místa nasazení řezného nástroje. Kromě toho mohou vznikat stopy po zpracování (např. lomem skla lámacími kleštěmi).

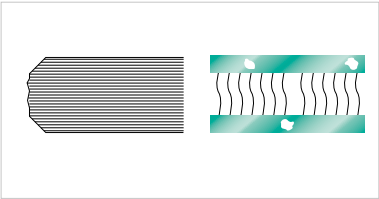
Podle požadavku se používá různé opracování hran

Název	Zkratka	Definice
Řezaná		Řezná hrana vzniká při naříznutí a následném zlomení skla.
Sražená	KGS	Sražená hrana odpovídá řezné hraně, jejíž okraje jsou brusným nástrojem více či méně zlomené.
Sražená na rozměr	KMG	Skleněná tabule je broušením povrchu hrany upravena na požadovaný rozměr. Hrana sražená na rozměr může být provedena s lomenými okraji (odpovídajícími sražené hraně). Holá místa a mušlování jsou přípustná.
Broušená	KGN	Povrch hrany je broušením celoplošně opracován. Broušená hrana může být provedena s lomenými okraji (odpovídajícími sražené hraně). Broušené povrchy hran mají matný brusný vzhled. Holá místa a mušlování jsou nepřipustná.
Leštěná	KPO	Leštěná hrana je broušená hrana zjemněná přeleštěním.

Leštěné a broušené hrany existují v různých geometrických provedeních: zkosení, broušení do tvaru, kruhová hrana nebo stupňovité broušení.

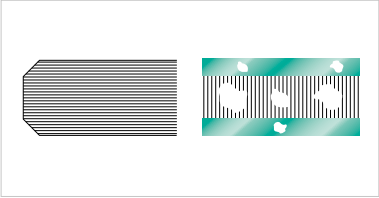
Sražená hrana (KGS)

Sražená hrana odpovídá řezné hraně, jejíž okraje jsou více či méně lomené.



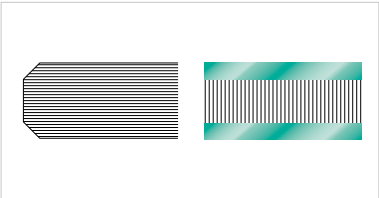
Na rozměr sražená hrana (KMG)

Skleněná tabule je broušením povrchu hrany upravena na požadovaný rozměr. Holá místa a mušlování jsou přípustná.



Broušená hrana (KGN)

Povrch hrany je broušením celoplošně opracován. Broušená hrana má matný brusný vzhled. Holá místa a mušlování jsou nepřipustná.



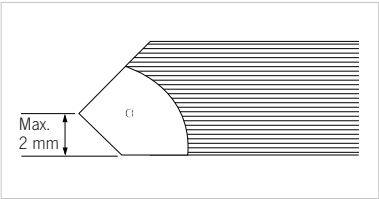
Leštěná hrana (KPO)

Leštěná hrana je broušená hrana zjemněná přeleštěním. Stopy leštění jsou v určitém rozsahu přípustné.



Pokosová hrana

Pokosová hrana svírá s povrchem skla úhel:
 $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$.
Hrany mohou být broušené nebo leštěné.

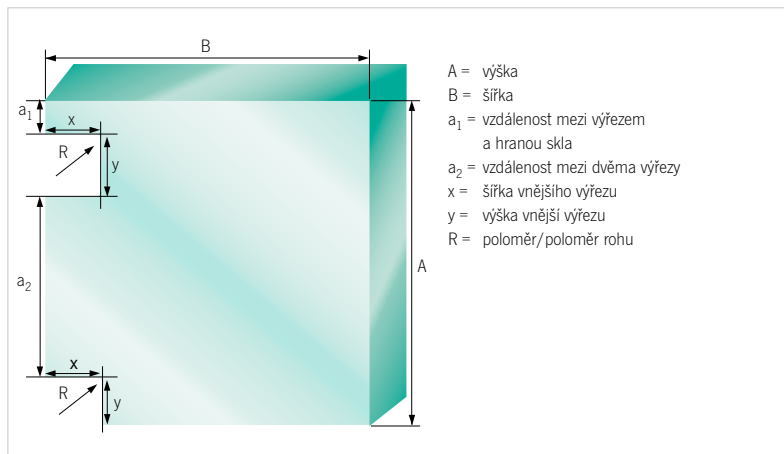


Kritéria platí také pro ESG, ESG-H, TVG a VSG z nepředpjatých skel.

2.3.11.2 Rohové výřezy / okrajové výřezy

Okrajové a rohové výřezy musejí mít poloměr (R), který je větší/rovný tloušťce skla. Minimální poloměry je třeba dohodnout s přísluš-

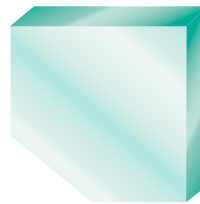
ným výrobcem. Velikosti výřezů musejí být dimenzovány tak, aby bylo možné vyrovnávat tolerance roztečí.



Rohový výřez



Odříznutí rohu



Krajový výřez

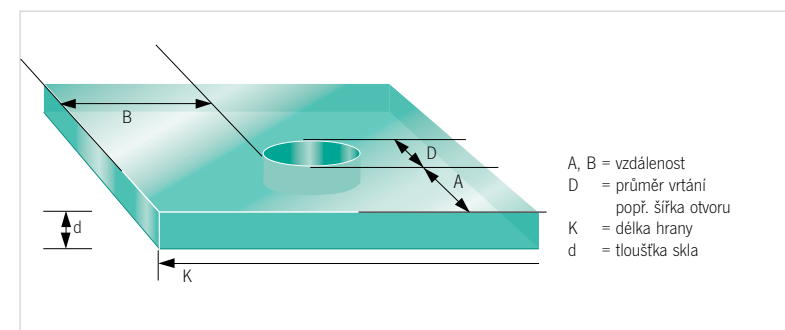


Plošný výřez



2.3.11.3 Vrtání otvorů

Poloha otvorů



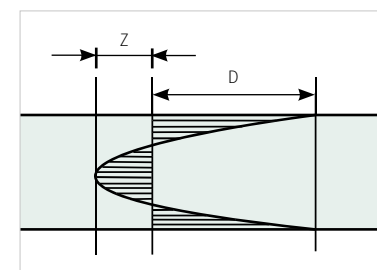
- Průměr otvoru by měl být minimálně o 4 mm větší než průměr upevnění.
- Průměr (D) vrtání, příp. otvoru je třeba dimenzovat tak, aby bylo možné vyrovnat tolerance roztečí.
- Pokud jsou vzájemně přiřazena více než čtyři vrtání, minimální vzdálenosti se zvětšují.
- Průměr vrtání nebo šířka otvoru musí být větší/rovný tloušťce skla: $D \geq d$.
- Vzdálenost vrtání nebo otvoru od hrany skla musí být minimálně polovina průměru: $A \geq D/2$ (neplatí pro předpjaté sklo).
- Minimální vzdálenost vrtání nebo otvoru k hraně smí být menší jen tehdy, pokud se provádí uvolňovací řez a průměr vrtání je $\geq 1,5$ násobku tloušťky skla: $D \geq 1,5 d$.
- Pro vzdálenost mezi dvěma vrtáními platí stejná kritéria jako mezi vrtáním a hranou skla.
- Průměr otvoru nesmí překročit 1/3 příslušné hrany tabule: $D \leq K/3$



2.4 JEDNODUCHÉ BEZPEČNOSTNÍ SKLO (ESG)

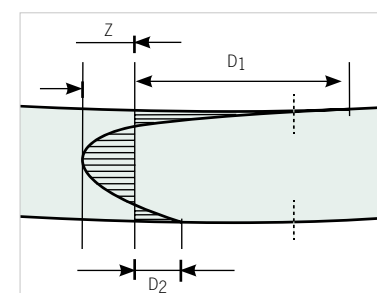
2.4.1 Definice a vlastnosti ESG

ESG je předpjaté sklo, kterému je za kontrolovaných podmínek – zahřátím a následným rychlým ochlazením – dodáno rozdělení napětí, které je v systému stejné.



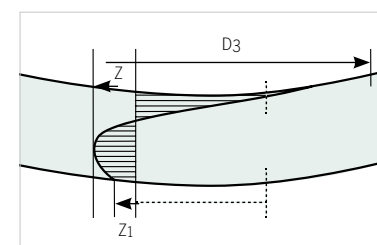
V klidové poloze

- Povrchy jsou pod tlakovým napětím: D
- Vnitřek skla je pod tahovým napětím: Z



Při lehkém prohnutí

- D_1 = tlakové napětí vnitřního povrchu
- D_2 = tlakové napětí vnějšího povrchu



Zvýšení prohnutí

- Tlakové napětí D_2 se mění na napětí tahové Z_1 .

Předpětím dostává ESG nové materiálové vlastnosti oproti výchozímu výrobku:

Zvýšená pevnost v ohybu

S tím je spojená zvýšená odolnost vůči úderu, nárazu a kroupám 50 N/mm² oproti 30 N/mm² u floatového skla (výpočetní hodnota).

Zvýšená odolnost proti změnám teploty

Rozdíl teplot činí 150 K, normální floatové sklo (40 K) je na teplotu podstatně citlivější.

Zvýšená odolnost proti nárazu a úderu

Podle DIN EN 12600 (kyvadlová zkouška)

Ochrana před zraněním

díky rozpadu na malé úlomky skla, které mají téměř tupou hranu.

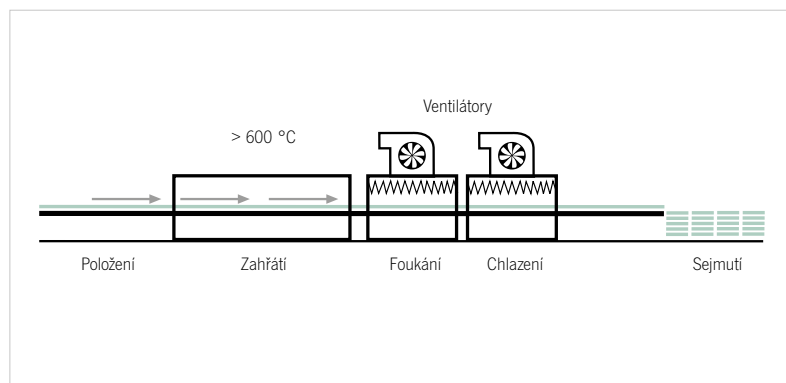
2.4.2 Výroba ESG

Tepelně předpjaté jednoduché bezpečnostní sklo (ESG) je ploché sklo, které je při své výrobě zahřáto na teplotu cca 600 °C a poté vzduchem opět rychle ochlazeno. Jednoduché bezpečnostní sklo se vyrábí rovné nebo zahnuté z následujících základních produktů:

- Floatové sklo podle DIN EN 572
- Lité sklo podle DIN EN 572

Sklo může být:

- bezbarvé, zbarvené
- transparentní, průsvitné, neprůhledné, mléčné
- povrstvené nebo emailované



2.4.3 Dodatečné zpracování

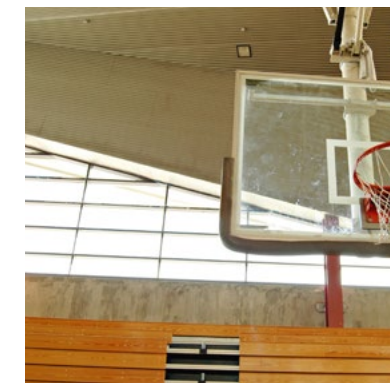
Po procesu předpětí není možné ESG dále zpracovávat, protože by se zrušilo stejnoměrné rozdělení napětí a ESG by se okamžitě rozbilo. Veškerá zpracování jako např. otvory, výřezy, broušené hrany atd. se musejí provádět před procesem předpětí.

ESG není možné dodatečně řezat na jiný rozměr. Opracování povrchu, jako např. leptání nebo matování, je dodatečně možné (podle DIN EN 12150 to pak již není ESG).

2.4.4 Použití

Stavby pro sportovní využití

Sportovní, cvičební, víceúčelové nebo tenisové haly



Školní budovy, mateřské školky, veřejný sektor

- Pro zabránění zranění v případě rozbití skla
- Vyšší odolnost proti namáhání úderem a nárazem

Obchodní domy a bytová výstavba

Dveře, zábradlí schodišť, příčky, celoskleněná zařízení, zasklení teras a balkonů.

Celoskleněné fasády, structural glazing

Izolační skla a parapetní prvky pro celoskleněné a reflexní fasády.



Instalace s vysokým tepelným zatížením

Odolnost ESG proti změnám teploty je podstatně vyšší než u nepředpjatého skla. Proto je možné ESG použít všude tam, kde se dá očekávat velké tepelné zatížení. Např. skla s

vysokým stupněm absorpce záření, skla ve vzdálenosti méně než 30 cm od topných těles nebo jiného zdroje tepla.

Další zpracování do jiných skel nebo s nimi

ESG je možné zpracovat do vrstveného bezpečnostního skla (VSG). ESG lze opatřit vrtsovou tepelné izolace nebo protisluneční ochranou. ESG lze zpracovat do izolačního skla.



2.4.5 Fyzikální údaje

Plošná hmotnost	2,5 kg/m ² na mm tloušťky
Pevnost v tlaku	700 – 900 N/mm ²
Pevnost v tahu při ohybu	50 N/mm ² (výpočetní hodnota pro zjištění tloušťky skla)
Světelná propustnost	ESG Blank (čiré) 6 mm cca 88 %
	ESG Grau (šedé) 6 mm cca 43 %
	ESG Bronze (bronzové) 6 mm cca 50 %
	ESG Grün (zelené) 6 mm cca 74 %
Tepelná vodivost λ	0,8 W/m ² K
Modul pružnosti	7,0 x 10 ⁴ N/mm ²
Koeficient délkové roztažnosti v rozsahu 20 °C až 300 °C	9,0 x 10 ⁻⁶ /K např. při teplotním rozdílu 100 K cca 1,0 mm pro m
Maximální teplota použití	Trvale: +200 °C Krátkodobě: +300 °C
Odolnost vůči rozdílům teplot přes plochu tabule	150 K

ESG tloušťky skla tolerance

Tolerance tlouštěk skla odpovídají tolerancím základního skla.

2.4.6 Prohřívání ESG

Jako ESG, je ale podrobena dodatečnému normovanému testu HST (EN 14179), aby se předešlo pozdějšímu spontánnímu lomu.

Použití především jako fasádní deska nebo tam, kde je to požadováno podle technických určení stavby.

2.5 ČÁSTEČNĚ PŘEDPJATÉ SKLO

2.

2.5.1 Vlastnosti

Proces výroby částečně předpjatého skla je podobný jako u normálního jednoduchého bezpečnostního skla (ESG). Rozdíl spočívá v tom, že chlazení se neprovádí tak rychle

Evropská norma DIN EN 1863-1 „Tepelně zpevněné sodnovápenatokřemičité sklo“

Evropská norma DIN EN 1863-1 „Sklo ve stavebnictví; Tepelně zpevněné sodnovápenatokřemičité sklo“ popisuje tento sklářský

a intenzivně. Skla se dostanou do oblasti napětí, které leží mezi normálním sklem a ESG, ale více směřují k tepelně předpjatému ESG.

výrobek z hlediska chování při lomu, rozměrů a tolerancí a fyzikálních a mechanických vlastností.

ohybu vyšší než u normálního skla, nelze částečně předpjaté sklo použít jako bezpečnostní sklo jako ESG. Na rozdíl od ESG se částečně předpjaté sklo při lomu nerozpadá na malé úlomky s tupými hranami, ale má podobný obraz lomu jako normální sklo, přičemž lom musí vždy procházet od hrany skla k hraně skla. Lomy uvnitř skleněné plochy od lomu k lomu nejsou přípustné.

Vzhled lomu částečně předpjatého skla



2.

Vlastnosti částečně předpjatého skla

	Floatové sklo	TVG	ESG
Pevnost v ohybu σ	45 N/mm ²	70 N/mm ²	120 N/mm ²
σ Přípustné	18 N/mm ²	29 N/mm ² *	50 N/mm ²
Odolnost vůči teplotním rozdílům ΔT přes plochu tabule	40 K	100 K	150 K
Řezání	Ano	Ne	Ne
Vzhled lomu	Radiální trhliny, velké kusy	Radiální trhliny, velké kusy	Síťovité trhliny, malé kusy
Spontánní lom možný	Ne	Ne	Ano

* Hodnota, s níž se počítá podle schválení

2.5.2 Oblasti použití

Částečně předpjaté sklo je možné použít všude tam, kde dochází ke zvýšenému zatížení teplotou a/nebo je požadována zvýšená mechanická odolnost a není žádoucí tvorba drti při lomu. Kvůli tvorbě drti má ESG tendenci při lomu vypadnout ze svého držáku. Částečně předpjaté sklo je díky jednoduché struktuře lomu drženo v rámu. Proto se hodí

pro zasklení se zvýšeným stupněm absorpce záření v oblasti fasády. Je třeba vzít na vědomí, že skla musí být ze čtyř stran držena v rámu, aby se předešlo vypadnutí úlomků. Částečně předpjaté sklo proto nelze použít jako náhradu jednoduchého bezpečnostního skla. V praxi se TVG téměř výhradně používá k výrobě vrstveného bezpečnostního skla.



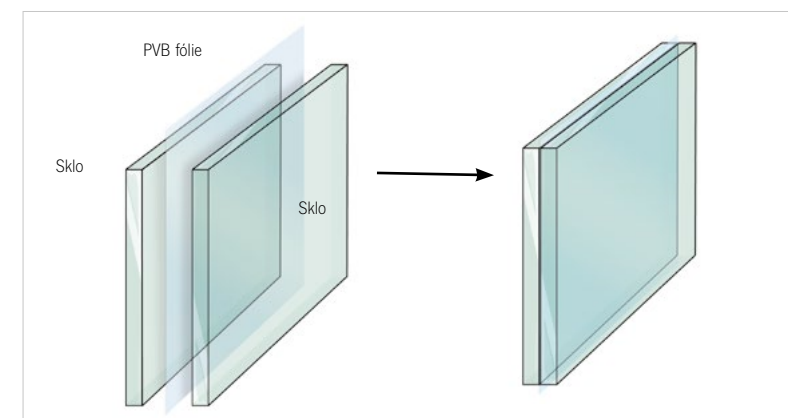
2.6 VRSTVENÉ BEZPEČNOSTNÍ SKLO (VSG)

2.6.1 Definice a skladba VSG

Vrstvené bezpečnostní sklo se skládá ze dvou nebo více skleněných tabulí, které jsou spojené vysoce pevnými, houževnatě pružnými mezivrstvami. Mezivrstva z polyvinylbutyralové fólie (PVB) chrání před UV zářením, může být čirá, barevná nebo zvukově izolační.

Skladba prvků a tloušťka se řídí podle bezpečnostních požadavků, které jsou na zasklení kladeny. Skla chránící proti prohození a prolomení mohou být počtem skleněných vrstev a tloušťkou mezilehlých vrstev PVB přizpůsobeny příslušným bezpečnostním požadavkům. Čím více vrstev skla a čím silnější mezivrstva PVB, tím vyšší ochrana proti rozbití. Odolnost proti střelbě je tím vyšší, čím vyšší je počet různě silných vrstev skla.

VSG s PVB fólií



Typy fólie

PVB: Polyvinylbutyral – termoplastické a viskoelastické chování materiálu. Tyto vlastnosti jsou závislé na teplotě a čase.

SGP: Termoplastický plast (ionoplast). Je až pětikrát pevnější a stokrát tužší než PVB.

EVA: Etylen-vinylacetát vykazuje vysokou kohezi a podstatně vyšší stupeň adheze než PVB. Jako VSG s příslušným obecným schválením stavebního dohledu.

2.6.2 Vlastnosti

Na rozdíl od jednoduchého bezpečnostního skla (ESG) se VSG při poškození nerozpadá na malé kousky, ale zachovává si svůj ochranný účinek. Tak se při nárazu tělesa u standardních skladeb většinou rozbijí obě skleněné tabule a vytváří se vzor lomu, který se podobá pavoučí síti, s koncentrickými kruhovými lomy kolem centra nárazu a radiálními lomy od středu nárazu do plochy tabule. Tak vznikají malé kousky skla, které drží na PVB fólii a od kterých hrozí jen velice malé nebezpečí zranění. Podle energie nárazu se vrstveného bezpečnostního skla vyboulí, tedy elasticky deformuje. Tato deformace vrstve-

ného bezpečnostního skla se vyskytne, když VSG s PVB fólií není ostrými hranami skla ani odříznuta, ani rozříznuta, ale kvůli kontrolované sníženému držení má možnost se od skla částečně uvolnit. Tím se může PVB fólie na základě své elasticity roztahovat; vrstvené bezpečnostní sklo prochází v určitých mezích elastickou deformací. Tento postup vysvětluje také požadavek, aby použitá PVB fólie pro výrobu vrstveného bezpečnostního skla vykazovala potřebnou elasticitu ve větším rozsahu teplot a také při nízkých teplotách až do minusových hodnot neměla sklon ke křehkému lomu.



Světelná propustnost

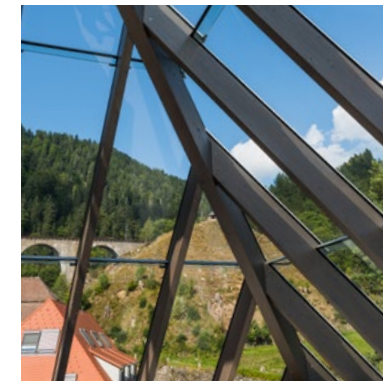
Při použití čiré fólie a čirého skla není světelná propustnost ovlivněna a vykazuje přibližně stejné hodnoty jako jednoduché sklo stejné tloušťky. Při použití silných balíků fólie může být viditelný lehce žlutozelený barevný tón. S tloušťkou tabule VSG stoupá podle materiálu vlastní barva ve směru zeleného/žlutého nádechu. Použitím skel chudých na oxid železitý se daří vlastnímu zbarvení předcházet.

Odolnost

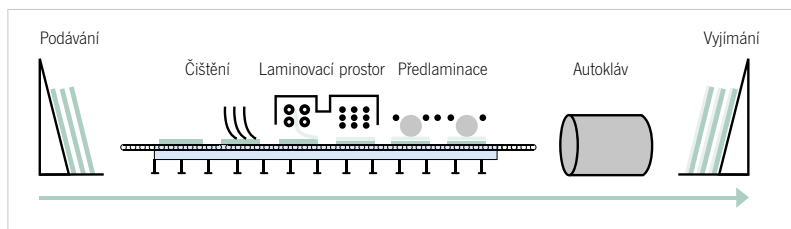
VSG je odolné vůči světlu a stárnutí a vykazuje zásadně stejné vlastnosti jako normální floatové sklo. Okraje tabulí VSG je třeba chránit proti vlhkosti, působení kyselin a louhů, aby nebyla zasažena fólie.

Odolnost proti změnám teploty

VSG má stejnou odolnost proti změnám teploty a zhruba stejné napětí v tahu při ohybu jako normální floatové sklo. Pro zvýšení těchto hodnot je možné v konstrukci VSG místo floatového skla použít ESG, ESG-H a TVG.



2.6.3 Výroba VSG



Podávání

Zařízení se plní pomocí portálového vozíku s časem cyklu 30 sekund na míru pásu. Je možné plnit ze čtyř různých míst s podstavci.

Čištění

V pračce se skla důkladně čistí. Před vstupem skla odstraní rotující kartáče separační prostředek. Automaticky se měří tloušťka skla, pak se automaticky nastaví parametry stroje

Laminovací prostor

Zde se plně automaticky spojuje sklo-fólie-sklo podle sendvičového principu. Jelikož PVB fólie je velice citlivá na teplotu a vlhkost a každé zrnko prachu ovlivní optickou kvalitu, je laminovací prostor klimatizovaný a čistý. Z tohoto důvodu jsou fólie rovněž uskladněny v klimatizovaných prostorech specificky podle produktu.

Předlaminace

V předlamináčnické peci se ze skleněných desek a mezi nimi ležící fólie vytvoří takzvaná předlaminace. K tomu jsou skleněné desky definovaně zahřívány a pomocí válců slisovány dohromady.

Autokláv

Za působení tlaku a teploty se skleněné tabule trvale spojí s fólií. Tak vzniká z předlaminace hotová tabule VSG.

Vyjímání

Po autoklávě následuje 100 % vizuální kontrola výrobku. Pak jsou tabule VSG stohovány portálovým vozíkem.

2.6.4 Vrstvená skla (VG)

Vrstvená skla (EN ISO 12543-2 kromě seznamu stavebních předpisů a EN ISO 12543-3) mají určité bezpečnostní vlastnosti. To platí zejména u kvalitnějších, mnohovrstevě laminovaných protipožárních skel. Ale často

nemohou dosáhnout bezpečnostní úrovně VG. Bezpečnostní vlastnosti vrstvených skel musí být zvlášť prokázány zkouškami. Aby bylo uznáno jako VSG, je vyžadováno obecné schválení stavebního dohledu.





2.7 PROCES POVRSTVENÍ

Povrstvení skla je vynikajícím řešením pro požadavky na propustnost světla a energie u moderních izolačních zasklení. Pomocí různých vrstev jsou specifické hodnoty upraveny přímo na míru podle použití. Jako tech-

nologie povrstvení se celosvětově prosadil postup s vysokým vakuem a magnetronem. V rámci této technologie jsou vrstvy nanášeny dodatečně, po výrobě floatového skla, ve zvláštním procesu.

2.7.1 Postup s vysokým vakuem a magnetronem

Všechna povrstvení SANCO jsou vyrobena pomocí postupu s magnetronem a skládají se z několika nejtenčích vrstev kovu nebo oxidu kovu o tloušťce 1/100 až 1/10 mikrometru, které jsou nanášeny (rozprašovány) elektromagnetickým postupem ve vysokém vakuu.

Celý proces je trvale sledován počítačem řízeným spektrálním fotometrem. Každá

jednotlivá vrstva je průběžně měřena z hlediska svých optických hodnot a na displeji porovnávána se příslušnou referenční křivkou. Povrstvení lze kdykoli reprodukovat. Tloušťka povrstvení skla činí podle balíčku vrstev 40 – 160 nm (nanometrů). Jako důsledek vysoké barevné neutrality v reflexi a přenosu jsou povrstvená skla od normálního floatového skla téměř nerozlišitelná. Povrstvení se průběžně dále vyvíjí.

Povrstvení nanesená magnetronickým postupem se skládají z několika nejtenčích vrstev kovu nebo oxidu kovu v nanooblasti

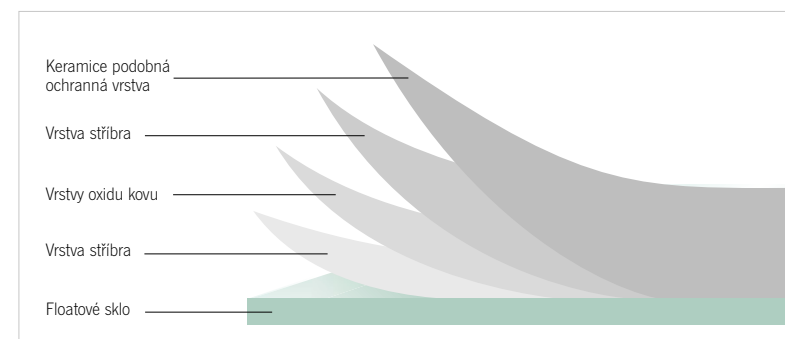
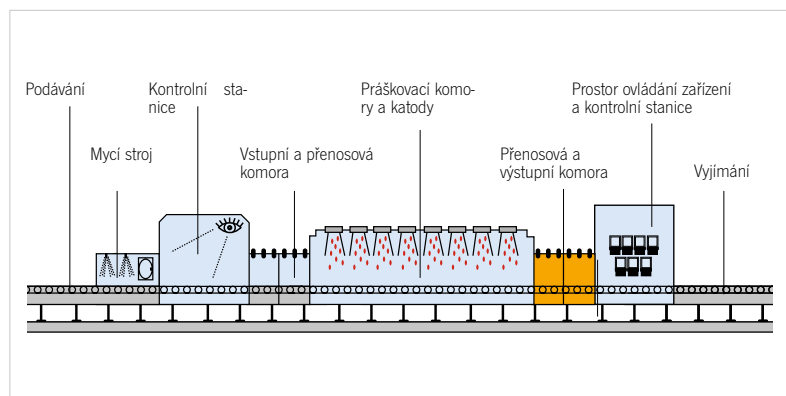
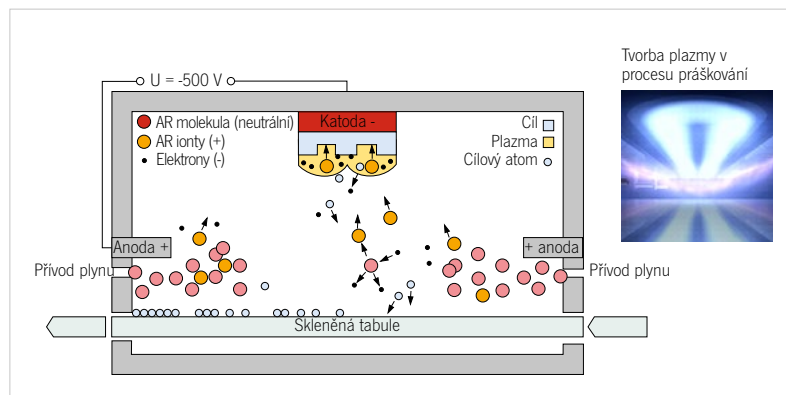


Schéma magnetronického zařízení s vysokým vakuem



Princip katodového rozprašování (práškování)



Práškování: Uvolnění atomů z cílového materiálu pomocí iontového bombardování

Vakuum: Uzavřený dutý prostor je pomocí vhodných vakuových čerpadel zbaven v něm obsaženého plynu

Katoda: Záporná elektroda elektrického výboje

Anoda: Kladná elektroda elektrického výboje

Iont: Elektricky nabitá molekula, které chybí jeden nebo několik elektronů

Nanometr: 1 nanometr = 10^{-9} m = 1 miliardtina metru, příp. 1 miliontina milimetru



2.7.2

Pyrolytický proces povrstvení

U pyrolytického povrstvení jsou kapalné oxidy kovů stříkány přímo na horké sklo během výroby floatového skla.

Při ponorném procesu se sklo ponoří do lázně s horkými, kapalnými oxidy kovů. Takto vzniklé vrstvy jsou poté vypáleny a jsou vždy na obou stranách tabule, tj. jeden povlak je vždy vystaven povětrnostním vlivům.

Pyrolytické vrstvy jsou velice tvrdé, ale podstatně méně výkonné. Pyrolyticky povrstvená skla mohou být s výhradou použita také jako jednoduché zasklení. V závislosti na povětrnostních vlivech jsou u vrstev umístěných na straně působení možné změny vrstvy.



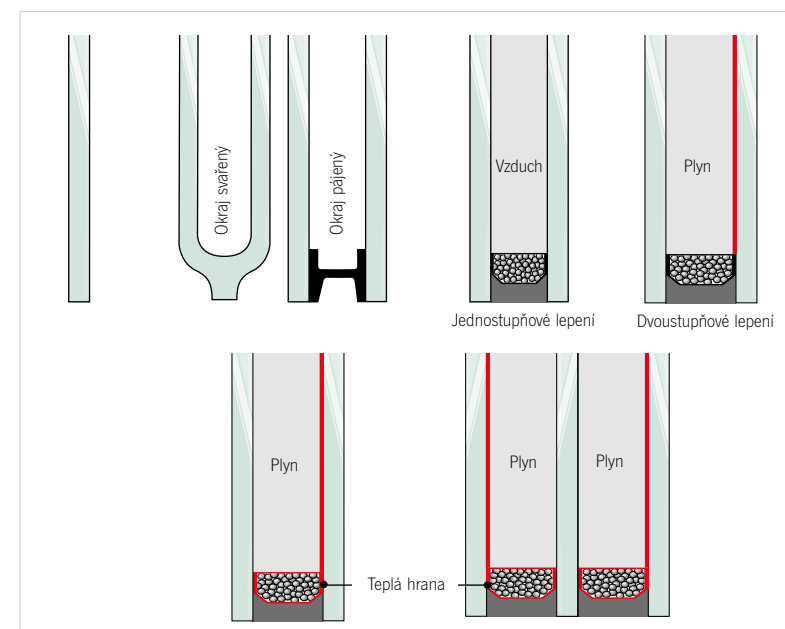
2.8 ZE ZÁKLADNÍHO SKLA SE STANE SKLO IZOLAČNÍ

2.8.1 Vývoj izolačního skla

Dnešní moderní izolační sklo má za sebou dlouhou historii vývoje:

Ačkoli již v roce 1865 byl ve Spojených státech přihlášena patent na izolační sklo, průmyslová výroba začala až v polovině 20. století. Na začátku se obě tabule pájely pomocí oloveného výplňového materiálu nebo se přímo svařovaly po okraji jako celoskleněná jednotka. Ovšem brzy, již od konce šedesátých let, se prosadil organicky

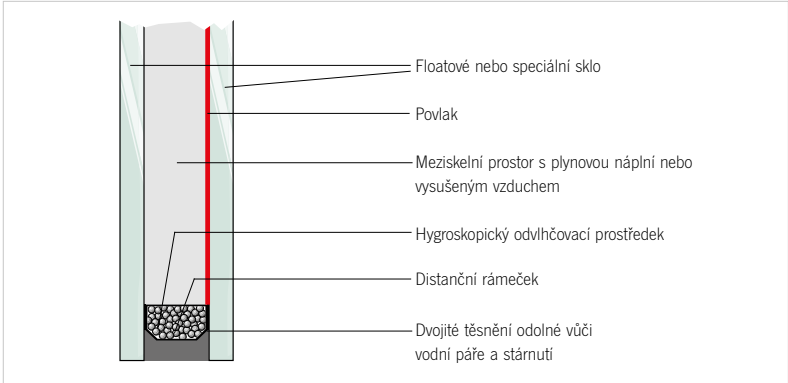
lepený okrajový spoj. Původně byl zapečetěn jen na zadní straně distančního rámečku. S plynem plněnými tabulemi se začal nanášet dodatečný primární těsnicí stupeň (butyl) na strany distančního rámečku. To bylo jednak nutné pro lepší těsnost a delší životnost, jednak pro industrializaci procesu výroby, při kterém butyl slouží jako montážní pomůcka. Dnes je dvoustupňově lepený okrajový spoj izolačního skla obecně uznávaným standardem.



Dnes používané izolační sklo je výsledkem průběžného dalšího vývoje a zlepšování „starého dobrého okna“. Velká okna, okenní

fasády a skleněné fasády přinášejí světlo a kvalitu do života.

2.8.2 Skladba izolačního skla



Meziskelní prostor (SZR)

Meziskelní prostor je naplněný plynem (argon nebo krypton = vzácné plyny) nebo suchým vzduchem a směrem ven hermeticky uzavřený. Aby se zabránilo tomu, že by se v meziskelním prostoru na studené vnější tabuli tvořila kondenzační voda, musí být uzavřená náplň plynu nebo vzduchu suchá.

Vzdálenost tabulí

Ze vzdálenosti tabulí vyplývají různé hodnoty pro tepelný odpor vrstvy plynu nebo vzduchu v meziskelním prostoru. Maximální dosahovaná hodnota se vzduchem je cca 15 mm. Zde leží optimum mezi tepelnou vodivostí, která s větším meziskelním prostorem klesá,

těné dvojité těsnění brání pronikání prachu a vodní páry (okrajový spoj). Princip jednotky izolačního skla spočívá na skutečnosti, že nepohyblivý vzduch je velice špatný vodič tepla. Tak vzduchový polštář uzavřený mezi tabulemi tvoří velice dobrou tepelně izolační vrstvu.

Toho se dosahuje hygroskopickým odvlhčovacím prostředkem, který je začleněn v distančním rámečku a v meziskelním prostoru odebírá vlhkost. Při montáži jednotky izolačního skla je v meziskelním prostoru tlak vzduchu, který existuje v místě výroby.

a konvekci (= pohyb vzduchu, tok energie), která s větší vzdáleností stoupá a tepelnou izolaci opět zhoršuje. Optimum činí u argonu cca 16 mm a u kryptonu cca 10 mm.

Okrajový spoj

Okrajový spoj má trvale spojoval skleněné tabule a tvořit parotěsnou zábranu, která musí po mnoho let bránit dodatečně difuzi vodní páry. Kromě toho musí elasticky vyrovnávat

přirozené změny objemu vzduchu v meziskelním prostoru v důsledku chladu a tepla a být v čase odolný vůči chemickým vlivům z atmosféry a vůči světlu, zejména UV záření.

Konstrukce systému		Systémy distančních rámečků
	Čistě kovový dutý komorový profil	Distanční rámeček z ušlechtilé oceli s různou tloušťkou a geometrií stěn, vyplněný vysoušedlem
	Duté komorové profily z plastu s kovovým zakrytím	Plastové distanční rámečky s různou tloušťkou a geometrií stěn, vyplněné vysoušedlem
	Přímo aplikované systémy „studené“	Distanční rámeček ze silikonové pěny s vysoušedlem integrovaným v materiálu, který se nanáší z válečku shora dolů.
	Přímo aplikované systémy „extrudované“	Termoplastický distanční rámeček, který je s vysoušedlem integrovaným v materiálu extrudován ze sudu a stříkán

Vrstva

Skleněné tabule jsou proti meziskelním prostorům zušlechtěné vrstvami, které jsou reflexní a propouštějí světlo. Skládají se z několika nejtenčích vrstev kovu nebo oxidů kovů v nanorozsahu.

Prostor drážky pro sklo/okenní rám

Pro zachování životnosti musí být prostor drážky pro sklo mezi izolačním sklem a okenním rámem vždy dostatečně odvětráván, aby okrajový spoj nebyl zničen trvalou vlhkostí.





3. Stavebně fyzikální základy

Předpisy pro úspory energie a k ochraně klimatu vedou ke konkrétním požadavkům na stavebně fyzikální kvality plášťů budov. Vedle účinného využití topné energie má dobrá tepelná izolace pozitivní dopad na komfort bydlení a na zdraví obyvatel. Tepelná pohoda jak v létě, tak v zimě, při současném využití denního světla a akustickém komfortu, jsou do velké míry spojeny s inteligentním využí-

váním stavebního materiálu skla. Souvislosti jsou komplexní, musejí být zohledněny mnohostranné střídavé vlivy.

Tato kapitola přináší nahlédnutí do základů stavební fyziky. Má především zprostředkovat ty znalosti, které jsou nutné pro porozumění účinku skla na stavbě.

3.

3.1 TEPLLO

3.1.1 Úvod

Tepelná izolace v každém ročním období je jednou z nejdůležitějších oblastí stavební fyziky. Aby uživatelé budov byli chráněni před ztrátou cenného tepla, ale také před přehřátými prostory, je třeba stavby pečlivě plánovat.

Tato kapitola se věnuje zimní tepelné ochraně a vysvětluje nejdůležitější veličiny tepelné techniky (letní tepelná ochrana viz kapitolu 3.3 Slunce a světlo).

i

Symbol	Označení	Význam	Jednotka
λ	Hodnota λ	Tepelná vodivost (parametr materiálu)	W/mK
U	hodnota U	Plošný součinitel prostupu tepla (stavební díl)	W/m ² K
ψ	Hodnota ψ	Délkový součinitel prostupu tepla (lineární tepelný most)	W/mK
χ	Hodnota χ	Bodový součinitel prostupu tepla (bodový tepelný most)	W/K
R_T	Hodnota R_T	Tepelný odpor	m ² K/W
R_{Si}	Hodnota R_{Si}	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně	m ² K/W
R_{Se}	Hodnota R_{Se}	Odpor při přestupu tepla na vnější straně	m ² K/W
ϵ	epsilon	Emisivita povrchů	-
Σ	sigma	Matematický operátor pro součet	-
Δ	delta	Matematický operátor pro rozdíl	-

3.1.2 Mechanismy přenosu tepla

Teplu, příp. množství tepla je z fyzikálního hlediska forma energie. Nesmí se zaměřovat s běžně používaným „teplem“ tělesa, které má určitou teplotu. Teplu se udává v joulech. Aby se teplo mohlo v pevných tělesech, kapalinách nebo plynech pohybovat, potřebuje teplotní gradient. Stejně jako voda vždy teče z kopce dolů, teplo vždy proudí od teplejšího ke studenějšímu. Tepelný proud je množství tepla přenesené za čas, jeho jednotka je Joule za sekundu = Watt. Jako hustota tepelného proudu se označuje tepelný proud proudící určitou plochou, udává se ve W/m².

Mechanismus transportu	Vysvětlení
Vedení tepla	Přenos energie na atomární úrovni od částice k částici, aniž by se hmota sama pohybovala, tj. ve hmotě bez pohybu.
Konvekce	Přenos energie s pohybující se hmotou (v kapalinách nebo plynech)
Sálání tepla	Přenos energie elektromagnetickým zářením, nezávisle na hmotě, i na velké vzdálenosti (funguje také ve vakuu)

V každodenním životě se tyto tři mechanismy přenosu často vyskytují společně: Topné těleso vydává tepelné záření, vedením tepla ohřívá vzduch, který jej obklopuje, a ten zase konvekcí rozvádí teplo v prostoru.

U pevných těles je **vedení tepla** dominantním jevem. U kovů se teplo pohybem volných vodičových elektronů předává dál, v ostatních pevných látkách předáváním oscilační energie od atomu k atomu a v plynech přenosem energie při srážkách molekul nebo atomů. Kovy jsou mimořádně dobré tepelné vodiče.

Teplota se popisuje Celsiovou stupnicí, která je dána mezními body 0 °C (bod tuhnutí vody) a 100 °C (bod varu vody). Absolutně nejnižší teplota je mínus 273,15 °C, nižší teploty ve vesmíru nejsou. Zde má svůj nulový bod Kelvinova stupnice. Teplota 0 °C odpovídá v přepočtu 273,15 K. Teplotní rozdíl má u obou jednotek – Kelvina a stupně Celsia – vždy stejnou číselnou hodnotu. Pokud se teplo pohybuje od teplejšího k chladnějšímu místu, děje se to zásadně třemi způsoby: vedením tepla, konvekcí a vyzařováním tepla.

Schopnost látky předávat teplo se popisuje charakteristikou materiálu tepelná vodivost λ. Hodnota λ látky udává množství tepla ve W/m², které projde 1 m² velkou a 1 m silnou vrstvou této látky, tj. kostkou o objemu 1 m³, při rozdílu teploty obou povrchů 1 Kelvin. Platí: Čím vyšší je číslo, tím více tepla se přenesení za jednotku času, případně naopak: čím je hodnota menší, tím lépe materiál tlumí. Jednotkou tepelné vodivosti je W/m²K.

Tepelné vodivosti λ podle DIN EN ISO 10077-2*

Materiál	Tepelné vodivosti λ
Hliník (slitiny Si)	160 W/mK
Ocel	50 W/mK
Nerezavějící ocel (austenitická)	17 W/mK
Sodnovápenatokrémčité sklo	1,0 W/mK
Tvrdé dřevo	0,18 W/mK
PVC-U tvrdé	0,17 W/mK
Měkké dřevo	0,13 W/mK

*Použití záznamů o zkoušce se změřenými tepelnými vodivostmi je u tepelných výpočtů přípustné jen tehdy, pokud neexistují žádné tabulkové hodnoty nebo data z produktových norem nebo technických schválení. Měření musí provádět akreditovaná instituce podle přesně stanovených pravidel. Aby hodnota byla pro každý materiál reprezentativní, musí být z naměřených hodnot z minimálně tří různých vzorků pomocí statistického vyhodnocení vypočtena nominální hodnota.

Konvekce je spojena s přesunem hmoty: Teplá hmota se pohybuje z místa s vyšší teplotou do místa s teplotou nižší. Protože částice jsou prostorově pohyblivé jen v kapalinách nebo plynech, dochází ke konvekci pouze tam.

Tepelné záření je vyzařováno tělesem v závislosti na jeho teplotě a jeho emisní schopnosti. Jako elektromagnetické záření nepotřebuje tepelné záření k pohybu hmotu a může se šířit i ve vakuu. Ovšem podle vlnové délky není každý materiál pro elektromagnetické záření propustný (viz kapitulu 3.3).

Emisivita ε udává, kolik tepelného záření vydává určité těleso v porovnání s ideálním tepelným zářičem, černým tělesem. Hodnota závisí na povaze povrchu, je bezrozměrná a pohybuje se mezi 0 a 1 (0 a 100 %). Zrcadlo má emisivitu téměř nula, matně černý povrch se velice blíží maximální hodnotě 1.

3.

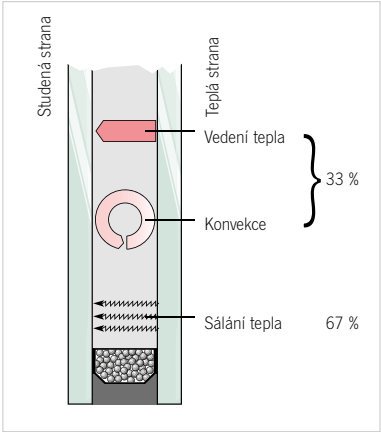
Emisivity ε povrchů podle DIN EN ISO 10077-2*

Popis	Běžná emisivita
Neošetřený hliníkový povrch	0,1
Lehce zoxidovaný hliníkový povrch	0,3
Obecné kovové povrchy (včetně pozinkovaných)	0,3
Eloxované, natřené nebo práškové povrchy	0,9**
Sodnovápenatokrémčité sklo bez vstvy (podle DIN EN 572)	0,837
Povrstvená skla	0,10 až 0,01

*Použití zkušebních osvědčení s nižší emisivitou než 0,9 je v tepelných výpočtech přípustné pouze tehdy, pokud neexistují žádné tabulkové hodnoty. Nominální hodnoty musí akreditovaná instituce vyzkoušet a statisticky vyhodnotit na nejméně třech různých vzorcích.

**Hodnota se mění podle barvy/povrchu

Přenos tepla nepovrstveným izolačním sklem



U jednoduchého izolačního skla bez vrstvy tepelné izolace a výplně vzácného plynu činí ztráta energie cca 1/3 v důsledku vedení tepla a konvekce a cca 2/3 vyzařováním.

U moderního tepelně izolačního skla je vyzařování redukováno na minimum tepelně izolačními vrstvami. Špatně vodivé náplně vzácných plynů a optimální vzdálenost tabulí snižují vedení tepla a konvekci.

3.1.3 Koeficienty prostupu tepla

Aby bylo možné správně dimenzovat celou budovu, jsou potřeba nejen jednotlivé ukazatele materiálů, ale také údaje pro kompletní stavební díly jako např. skladby stěn a stropů, zasklení, oken a fasád. Tyto ukazatele stavebních dílů popisují za definovaných mezích podmínek kompletní tepelné ztráty přes stavební díly pomocí jediné číselné hodnoty. Při jejich stanovení se zohlední veškeré mechanismy přenosu tepla a také procesy na vnějších površích.

Součinitel prostupu tepla U stavebního dílu udává, jaký tepelný proud ve Wattech se při rozdílu teplot 1 K ztrácí mezi vzduchem v místnosti a venkovním vzduchem na metr čtvereční plochy stavebního dílu skrz stavební díl. Čím je hodnota U menší, tím je izolační účinek stavebního dílu lepší. Jednotkou tohoto plošného součinitele prostupu tepla U je W/m²K.

Pro stavební díly z homogenních vrstev materiálu, jako např. stěna, stanoví mezinárodní norma DIN EN ISO 6946 postup pro výpočet součinitele prostupu tepla U. Přitom je cesta tepla zevnitř místnosti až k venkovnímu vzduchu rozdělena do tří kroků tepelné ztráty, proti nimž je vždy postaven odpor stavebního dílu:

- Přechod tepla od vzduchu v místnosti až na vnitřní povrch stavebního dílu (převážně tepelné záření a konvekce)
Odpor při přestupu tepla R_{si}

- Prohřev uvnitř stavebního dílu (vedení tepla)
Tepelný odpor R, který závisí na tepelné vodivosti a tloušťce jednotlivých vrstev
- Přechod tepla od vnějšího povrchu stavebního dílu k vnějšímu vzduchu (převážně tepelné záření a konvekce)
Odpor při přestupu tepla R_{se}

Sečtením těchto tří v řadě seřazených postupů vznikne celkový odpor při přestupu tepla R_T stavebního dílu:

$$R_T = R_{si} + R + R_{se}$$

Přechodové odpory R_{si} a R_{se} na površích stavebních dílů jsou v normě uvedené v tabulkách (si = surface internal, se = surface external).

Hodnota U stavebních dílů z homogenních vrstev materiálu je převrácená hodnota součtu těchto tří odporů:

$$U = 1/R_T$$

Izolační skla, dveře a okna a zavěšené fasády jsou z ustanovení normy DIN EN ISO 6946 vyjmuta. Na základě své komplexnosti jsou z hlediska tepelné techniky pojednána ve zvláštních normách (viz kapitulu 3.1.5 Sklo, okna a fasáda).

3.

3.1.4 Tepelné mosty

Teplu se ztrácí nejen přes plošné stavební díly, ale také přes tepelné mosty. To jsou oblasti v plášti budovy, u kterých se musí počítat se zvýšenou tepelnou ztrátou. Protože vnitřní povrchová teplota v oblasti tepelných mostů klesá, je zde vyšší riziko tvorby kondenzační vody a plísní. To je závadné nejen z hygienického hlediska. Při delším působení vlhka a plísně se za určitých okolností poškoďují také fond budov.

Existují geometricky podmíněné tepelné mosty jako rohy budov nebo napojení stropů, podmíněné materiálem jako ocelové opěry ve stěnách, nebo kombinované jako u napojení okna na stěnu nebo také v přechodové oblasti mezi sklem a rámem okna. Protože tyto tepelné mosty zpravidla nejsou plošné, ale protažené do délky, posuzují se jako délkové. V tepelném plášti budovy se ovšem mohou vyskytnout také trojrozměrné, bodové tepelné mosty.

Tepelné ztráty přes lineární tepelné mosty se udávají pomocí součinitele prostupu tepla Ψ (řecké písmeno psi). Čím menší je hodnota Ψ , tím méně přispívá tepelný most k celkovým tepelným ztrátám. Jednotkou délkového součinitele prostupu tepla Ψ je W/mK .

Tepelné ztráty přes bodové tepelné mosty se vyčísľují pomocí součinitele prostupu tepla χ (řecké písmeno chi), jednotkou je W/K . Ovšem tepelná ztráta v důsledku jednotlivě se vyskytujících bodových tepelných mostů je zpravidla zanedbatelná. Při nahromadění jako např. u šroubení fasád s příznanými vodorovnými a svislými prvky, ovšem nelze tepelný vliv zanedbat (viz kapitolu 3.1.5 Sklo, okna a fasáda).

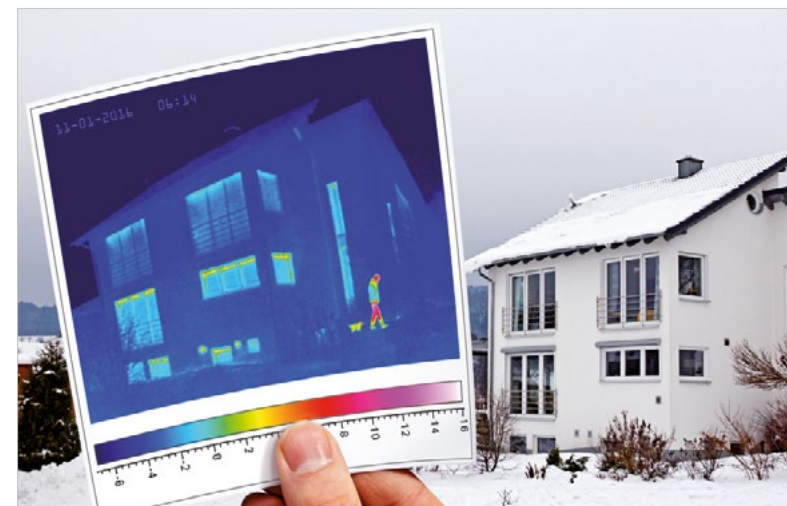
Kvůli stále lépe izolované budově nabírají ztráty přes tepelné mosty stále na závažnosti. Jedna z nejdůležitějších novinek Nařízení o úspoře energie (EnEV), které bylo v Německu zavedeno v roce 2002 a od té doby je stále zpřisňováno, vedle zavedení evropských norem pro stanovení ukazatelů, se týká nakládání s tepelnými mosty. Zatímco staré nařízení o tepelné izolaci tepelné mosty ještě ignorovalo, musí se od roku 2002 při výpočtu budov tepelné mosty buď použít paušálně nebo se musí podrobně vypočítat. Budovy musejí být konstrukčně řešeny tak, aby se ztráty přes tepelné mosty minimalizovaly.

Různé tepelné mosty, které se vyskytují uvnitř konstrukcí oken a fasád, jsou již započteny v hodnotách U oken (U_w) popř. fasád (U_{cw}) a nemusejí se při plánování budovy znovu zohledňovat (viz také kapitolu 3.1.5 Sklo, okna a fasáda). Tepelné mosty, které vznikají při instalaci oken nebo fasádních prvků do přechodové oblasti ke stěně, ovšem v těchto

ukazatelích stavebních dílů obsaženy nejsou. Nebezpečí kondenzační vody od tepelných mostů je rovněž popsáno ukazatelem. Teplotní faktor f označuje nezávisle na příslušných mezních teplotních podmínkách nejnižší vnitřní povrchovou teplotu (k tomu více v kapitole 3.2 Vlhkost a klima).



Informace: Protože to, co se přes „mosty“ pohybuje, je vždy teplo, stavební fyzika vždy hovoří pouze o tepelných mostech, nikoli o chladových mostech. Chlad, tj. nižší vnitřní povrchové teploty, vznikají jako důsledek zvýšeného proudu tepla směrem ven a nikoli pronikáním chladu zvenčí dovnitř.



3.1.5 Sklo, okna a fasáda

Tepelná izolace zasklení, oken a fasád se v posledních letech výrazně zlepšila. Zejména vysoce účinná tepelně izolační trojskla teprve umožnila nízkoenergetické, pasivní a plus energetické domy. Pro pokud možno jednotnou úroveň izolace, k zabránění předprogramovaných škod v tepelném plášti budovy, jsou ovšem nezbytné vylepšené profily rámu a fasád a tepelně optimalizovaná instalace.

Zasklení, okna a fasády jsou komplexně vytvořené stavební prvky, jejichž součinitele prostupu tepla se nedají jednoduše zjistit seřazením odporů za sebou. Tepelné proudy

tečou nejen svisle skrz rovné plochy stavebních dílů. Vnitřními dutými prostory s vlivem na konvekci a záření, tepelnými mosty a geometricky uspořádanými materiály s různými tepelnými vodivostmi jsou vedeny do mnoha směrů. Početně je možné tyto jevy zobrazit pouze za pomoci výpočetních programů metodou konečných prvků. Jako alternativa k tomu je v normách vždy také uvedený jednoduchý postup odečítání tabulek nebo postup pro stanovení pomocí měřicí techniky. Přitom obecně platí: Čím je metoda jednodušší, tím je dosažená hodnota nevýhodnější.

Relevantní normy pro tepelně technické vlastnosti skla, oken a fasády

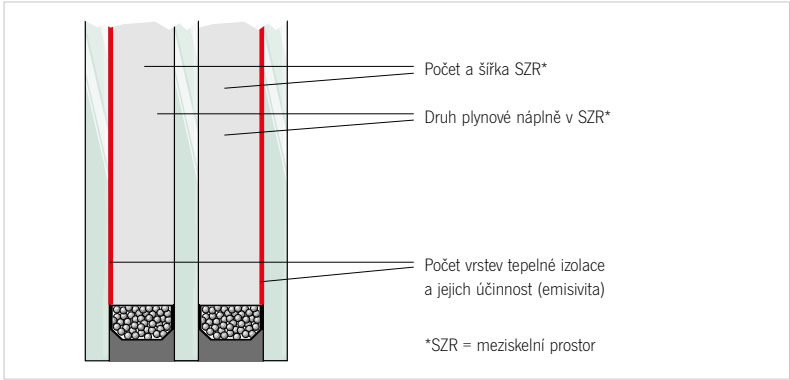
Součinitel prostupu tepla U	Veličina	Index	Určení podle normy
Zasklení s rovnými a paralelními povrchy, také vícevrstvé izolační sklo	U_g	$g = \text{glass}$	DIN EN 673 příp. DIN EN 674
Okna, dveře a okenice	U_w	$w = \text{window}$	DIN EN 10077 příp. DIN EN ISO 12567
Lehké obvodové pláště	U_{cw}	$cw = \text{curtain wall}$	DIN EN ISO 12631

3.1.5.1 Součinitel prostupu tepla U_g zasklení

V nerušeném středu tabule izolačního skla přechází teplo ze vzduchu v místnosti nejprve na vnitřní skleněnou tabuli, která se tak zahřívá. Emisi tepelného záření předává tato tabule své teplo venkovní tabuli (u izolačního trojskla nejprve na střední a potom na vnější tabuli). Kromě toho je teplo ze strany do

místnosti přes plynovou náplň v meziskelním prostoru předáváno dál vedením tepla a konvekci. Vnější tabule ztrácí přicházející energii především emisí tepelného záření a konvekci do venkovního vzduchu. Díky tomuto trvalému proudu tepla se topné teplo ztrácí a musí být nahrazeno vyhříváním místnosti.

Hodnota U_g vícevrstvého izolačního skla je ovlivňována třemi faktory
zobrazenými na obrázku



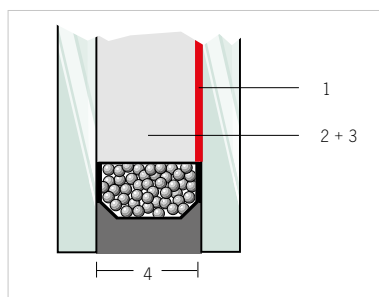
3.

Největšího účinku na U_g dosahují tepelně izolační vrstvy (vrstvy low-E). Ty svým nízkým stupněm emise brání vyzařování tepla směrem ven. V porovnání s nepovrstveným, vzduchem plněným izolačním sklem se tak hodnota U_g sníží zhruba na polovinu.

Vzácné plyny snižují oproti vzduchem plněnému izolačnímu sklu vedení tepla v meziskelním prostoru a rovněž tak přispívají ke zlepšení (= snížení) hodnoty U_g . Přitom záleží na druhu skla a stupni naplnění plynem, které stanoví výrobce izolačního skla ve svém popisu systému (přesný postup viz produktovou normu pro vícevrstvé izolační sklo DIN EN 1279-5). Podle druhu plynu existuje optimální vzdálenost tabulí, při které je vliv konvekce minimalizován a hodnota U_g dosahuje své nejnižší hodnoty.

Pro výpočet součinitele prostupu tepla U_g jsou nutné následující údaje

- 1) Emisivita povrchů skla k meziskelnímu prostoru
- 2) Druh plynové náplně v meziskelním prostoru
- 3) Stupeň plynové náplně v meziskelním prostoru
- 4) Šířka meziskelního prostoru



Samozřejmě je možné hodnotu U_g izolačního dvojskla dále zlepšit zapojením více meziskelních prostorů za sebou. Ovšem s dnešními vysoce výkonnými trojskly je již optima dosaženo. Izolační čtyřskla dosahují v porovnání s náročností pouze malého zlepšení, přinášejí ovšem nevýhody na jiném místě (hmotnost, klimatické zátěže, hodnota g).

V zásadě je možné hodnotu U_g buď vypočítat podle DIN EN 673, nebo změřit podle DIN EN 674. Jako třetí možnost je možné ji odečíst v normě DIN EN ISO 10077-1 z tabulky podle skladby, meziskelního prostoru a druhu plynu. Dnes obvyklý postup je výpočet podle DIN EN 673. Hodnota U_g se musí udávat s jedním desetinným místem a tak používat při dalších výpočtech.

Pro dvojité tepelně izolační zasklení (vrstva s emisivitou 3 %, plynová náplň argonu v meziskelním prostoru s jmenovitým stupněm plynové náplně 90 %) vyplývá při tomto výpočtu hodnota U_g 1,1 W/m²K.

Tepelný most přes vodivé spojení v okrajovém spoji izolačního zasklení se v hodnotě U_g neodrazí, zohlední se až při stanovení U_w příp. U_{cw} .

Další důležitou veličinou zasklení je celkový průstup energie g (hodnota g). Hodnota g je bezrozměrná. Je důležitá pro určení solárních zisků, tj. pro bezplatný přínos energie slunečním zářením zvenčí dovnitř místnosti. V zimě je to velice žádoucí, ale v létě může docházet k přehřátí místností (viz kapitulu 3.3 Slunce a světlo).

3.1.5.2 Součinitel prostupu tepla U_w pro okna

Tepelné ztráty u oken se skládají z tepelných proudů skrz plochy profilů rámu a zasklení dohromady. K tomu dochází tam, kde se setkávají rám a sklo, ztráta přes geometrický a materiálem podmíněný tepelný most. Zvýšený tepelný proud v této oblasti je především určen materiálem okrajového spoje izolačního skla a vedle toho ještě hloubkou uložení skla (viz také kapitulu 3.1.5.4 Tepelné vylepšené distanční rámečky).

Na tomto místě je třeba ještě poukázat na jednu zvláštnost hodnoty U_g : Hodnoty U_g se obvykle udávají pro svislou montáž. U nakloněných zasklení je vliv konvekce větší, proto se hodnota U_g s rostoucím sklonem zvyšuje. V označení CE, příp. v prohlášení o vlastnostech, se vždy uvádí hodnota U_g pro svislou montáž. Na požádání může skutečnou hodnotu U_g zasklení instalovaného pod určitým úhlem vypočítat dodavatel skla.

Při určování součinitele prostupu tepla U_w vede k cíli více cest. Podle produktové normy pro okna, DIN EN 14351-1, jako základ pro označení CE a prohlášení o vlastnostech jsou přípustné následující postupy (cesta 1 až 3):



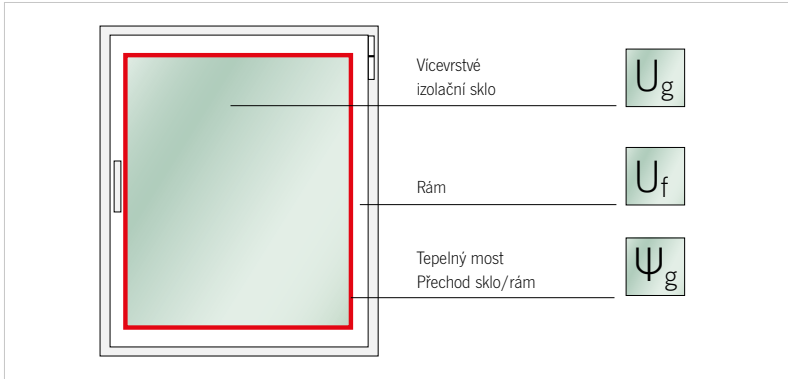
3.

Cesta 1: Hodnotu U_w vertikálního okna o rozměrech 1,23 x 1,48 m je možné pro určitou hodnotu zasklení U_g a hodnotu profilu rámu U_f přímo odečíst z tabulek F.1 až F.4 v příloze F normy DIN EN ISO 10077-1.

Podíl plochy rámu	30 %	20 %
Konvenční distanční rámečky z hliníku nebo oceli	Tabulka F.1	Tabulka F.2
Tepelně vylepšené distanční rámečky	Tabulka F.3	Tabulka F.4

Cesta 2: Výpočet hodnoty U_w podle DIN EN ISO 10077-1 ze tří vstupních veličin U_g , U_f a Ψ_g , které jsou vážené souhrnným vzorcem podle svého plošného podílu, příp. své délky:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + L_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$



Vzhledem k tomu, že to znamená silné zjednodušení, bere se vždy ten nejméně výhodný případ. Proto nejsou dosažitelné hodnoty zvláště výhodné. (To platí obecně pro všechny zjednodušené postupy s tabulkami a diagramy k odečtení hodnot).

A označuje vždy plochy skla (A_g), rámu (A_f) a celého okna (A_w). Přitom A_g není celá plocha zasklené tabule, nýbrž ta část, která zůstává viditelná. Rovněž L_g není celý obsah tabule, nýbrž viditelná délka skleněného okraje.

Také pro určení tří vstupních veličin U_g , U_f a Ψ_g existuje podle hesla „Tabulka – měření – výpočet“ opět více možností:

Součinitel prostupu tepla	Veličina	Index	Postup
Zasklení	U_g	$g = \text{glass}$	viz 3.1.5.1
Rám	U_f	$f = \text{frame}$	Odečtení z tabulek a diagramů DIN EN ISO 10077-1 Podrobný výpočet podle DIN EN ISO 10077-2 Měření metodou tepelné skříně podle DIN EN 12412-2
Tepelný most přechodová oblast sklo k rámu	Ψ_g		Odečtení z tabulek DIN EN ISO 10077-1 Podrobný výpočet podle DIN EN ISO 10077-2 Použití reprezentativních hodnot Ψ_g podle směrnice ift WA-08 (Datové listy BF, viz také kapitulu 3.1.5.4)

Přitom DIN EN ISO 10077-1 jako upřednostňovaný postup uvádí pro stanovení U_f a Ψ_g dvojrozměrný číselný výpočet podle části 2 této normy pomocí vhodných výpočetních programů. Náklady na takové výpočty FEM ovšem nejsou zanedbatelné. K odečítání z tabulek a diagramů by se mělo sahat pouze tehdy, pokud nejsou k dispozici žádné jiné údaje.

Jako královská cesta pro hodnoty Ψ_g se etablovaly datové listy BF Spolkového sdružení ploché sklo s reprezentativními hodnotami psi pro okna. Tento postup není tak náročný jako podrobný výpočet, ale dodává přesto

přesnější a podle použitého systému distančního rámečku výhodnější hodnoty U_w než tabulkový postup (viz kapitulu 3.1.5.4 Tepelně vylepšené distanční rámečky).

Cesta 3: Měření hodnoty U_w metodou tepelné skříně podle DIN EN ISO 12567-1/2. Tímto měřením se určí jednotlivá hodnota, která zachycuje všechny vlivy rámu, zasklení a tepelného mostu. Tato hodnota ovšem nic nevyovídá o jednotlivých tepelně technických kvalitách součástí okna – zasklení, rámu a tepelném mostu. Proto tak není možné vypočítat žádné individuální hodnoty U_w pro jiné rozměry.

3.

Zásadně se musí hodnota U_w udávat se dvěma místy udávajícími hodnotu, tj. u hodnot $\geq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ s jedním místem za desetinnou čárkou (např. $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$), a od hodnot pod $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ se dvěma místy za desetinnou čárkou (např. $U_w = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Zvláštností hodnoty U_w je její závislost na formátu (velikost, poměr šířky k délce) a uspořádání (jednokřídlé, dvoukřídlé, se světlíkem atd.).

Z důvodů srovnatelnosti bylo v průběhu normování stanoveno jednokřídlé okno o rozměrech $1,23 \times 1,48 \text{ m}$ jako standard pro označení CE. Toto standardní okno je pro

většinu uspořádání oken reprezentativní (kromě špaletových oken a špaletových oken se světlíkem).

V praxi ovšem není každé okno jednokřídlé a nemá rozměry $1,23 \times 1,48 \text{ m}$. Proto mohou projektanti pro přesný výpočet tepelných ztrát budov požadovat také individuální hodnoty U_w pro každé jednotlivé okno. Smíšený údaj u jednoho objektu ovšem není přípustný (buď všechna okna přesně nebo všechna s hodnotou standardního okna).

Tepelné technické ošetření příčkových oken je blíže vysvětleno v kapitole 3.1.5.5.



3.1.5.3 Součinitel prostupu tepla U_{cw} pro fasády

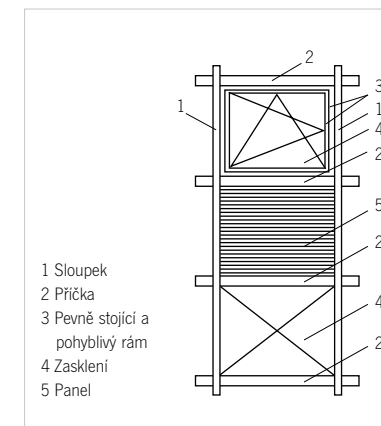
Stejně jako okna jsou i fasády na základě produktové normy – produktové normy pro lehké obvodové pláště DIN EN 13830 – opatřeny označením CE. V označení CE musí být společně s jinými charakteristikami výrobku uveden součinitel prostupu tepla U_{cw} lehkého obvodového pláště. Různými typy lehkých obvodových plášťů jsou elementové fasády, konstrukce s přiznanými vodorovnými a svislými prvky, suchá zasklení, lepené skleněné konstrukce, zadem odvětrávané fasády atd.

To, co je pro stanovení hodnoty U_w pro okna norma DIN EN ISO 10077, to je pro obvodové pláště DIN EN ISO 12631 „Tepelné chování lehkých obvodových plášťů – Výpočet součinitele prostupu tepla“.

Tato norma určuje, jak se stanoví součinitele prostupu tepla pro lehké obvodové pláště z prosklených a/nebo neprůhledných panelů, které jsou instalované v rámu nebo s rámem spojené.

Již z hojnosti dolních indexů k hodnotám U , příp. Ψ je vidět, že toto téma je u lehkých obvodových plášťů velice komplexní:

- f rám – frame
- g zasklení – glazing
- f,g rám/zasklení
- m sloupek – mullion
- m,f sloupek/rám
- m,g sloupek/zasklení
- p neprůhledný panel – panel
- t příčka – transom
- t,f příčka/rám
- t,g příčka/zasklení
- w okno – window
- cw lehký obvodový plášť – curtain wall



3.

V této výpočetní normě jsou popsány dva postupy, které oba vedou k cíli U_{cw} :

- a) Zjednodušený proces posouzení, při kterém se pomocí počítačové simulace vypočte prostup tepla celou konstrukcí včetně sloupků, příček a výplní.
- b) Proces s posouzením jednotlivých součástí, při kterém je reprezentativní prvek rozdělen na plošné podíly s různými tepelnými vlastnostmi.

Při postupu a) jsou všechny plochy kromě výplní (sklo a panel) spojeny do jedné plošné hodnoty spáry U_{TJ} nebo do délkové hodnoty psí spáry Ψ_{TJ} , vždy s indexem TJ pro „spáru mezi dvěma výplněmi“. Hodnota U_{cw} vyplývá z hodnot U pro sklo, panel a spáry.

3.

Při postupu b vzniká součinitel prostupu tepla U_{CW} celé fasády jako střední hodnota součinitele prostupu tepla jednotlivých oblastí, vždy vážených podle jejich plošného podílu, plus různé lineární tepelné mosty, vztažené na jejich délku, podle následující rovnice:

$$U_{CW} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum A_m U_m + \sum A_t U_t + \sum l_{f,g} \Psi_{f,g} + \sum l_{m,g} \Psi_{m,g} + \sum l_{t,g} \Psi_{t,g} + \sum l_p \Psi_p + \sum l_{m,t} \Psi_{m,t} + \sum l_{t,t} \Psi_{t,t}}{A_{CW}}$$

- Přitom je
- U_g / U_p součinitel prostupu tepla zasklení a panelu
 - $U_f / U_m / U_t$ součinitel prostupu tepla rámu, sloupku a příčky
 - $\Psi_{f,g} / \Psi_{m,g} / \Psi_{t,g} / \Psi_p$ délkový součinitel prostupu tepla v důsledku kombinovaných tepelných účinků zasklení nebo panelu a rámu nebo sloupku nebo příčky
 - $\Psi_{m,f} / \Psi_{t,f}$ délkový součinitel prostupu tepla v důsledku kombinovaných tepelných účinků sloupků/rámů a příček/rámů

Plocha závěsové stěny A_{CW} se vypočte podle následující rovnice:

$$A_{CW} = A_g + A_p + A_f + A_m + A_t$$

- Přitom je
- A_{CW} plocha závěsové stěny
 - A_g celková plocha zasklení
 - A_p celková plocha panelů
 - A_f celková plocha rámu
 - A_m celková plocha sloupků
 - A_t celková plocha příček

Stejně jako u oken se hodnota U_g zasklení posuzuje podle DIN EN 673 nebo 674. Hodnota U_p neprůhledných panelů se určí podle DIN EN ISO 6946. Hodnoty U_f pro rámy lze zjistit např. podle DIN EN ISO 10077-1 nebo -2. Délkové součinitele prostupu tepla zasklení Ψ_g je možné zjistit z tabulek v příloze B normy nebo podrobně vypočítat podle DIN EN ISO 10077-2.

Původ vstupních údajů pro výpočet U_{CW}

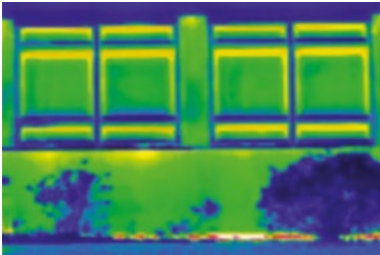
Hodnota součinitelů prostupu tepla	Původ
U_g	DIN EN 673, DIN EN 674
U_f	DIN EN 12412-2, DIN EN ISO 10077-1, DIN EN ISO 10077-2
U_m / U_t	DIN EN 12412-2, DIN EN ISO 10077-2 (a příloha C)
Ψ_g a Ψ_p a $\Psi_{m,f} / \Psi_{t,f}$	Příloha B, DIN EN ISO 10077-2
U_p	DIN EN ISO 6946

Alternativně k oběma výpočetním postupům je stejně jako u oken přípustná zkouška fasádních prvků podle DIN EN ISO 12567-1 (měření metodou horké skříně).

3.

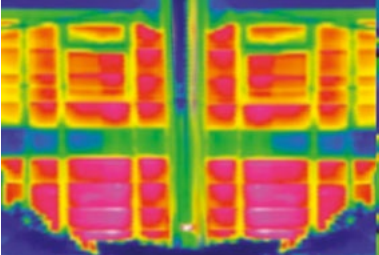
3.1.5.4 Tepelně vylepšené distanční rámečky (teplá hrana)

Tepelná izolace oken a fasád se v posledních letech značně zlepšila. Tepelně izolační povrstvení a náplně plynu znamenaly pro izolační sklo technologický kvantový skok. Také konstrukce rámu se z hlediska tepelné techniky dále vyvíjely. Kvůli tomu má montážní tepelný most skla v rámu a ve fasádním profilu větší váhu. Efekt tohoto slabého místa z hlediska tepelné techniky je o to výraznější, čím lépe rámová konstrukce a zasklení tlumí.



Dobře tepelně izolující zasklení, konstrukce rámu a okrajový spoj. Účinná izolace až přes okraj.

Konvenční distanční rámečky izolačního skla z hliníku nebo oceli vedou k podstatně vyšším tepelným ztrátám v této oblasti a v důsledku toho k horším hodnotám U_w a U_{CW} než u nových, tepelně vylepšených systémů okrajového spoje. Tyto takzvané „systémy teplé hrany“ snižují proud tepla v přechodové oblasti od skla k rámu a brání tak nadměrnému snížení povrchové teploty na vnitřní hraně skla.

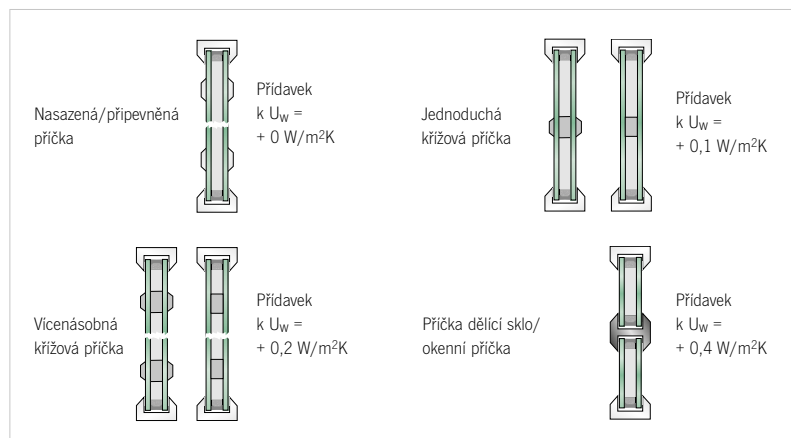


Stará okna, jaká se obvykle montovala před rokem 1990, izolují tak špatně, že slabý okraj nebyl dále výrazný.

3.1.5.5 Tepelné ošetření příčkových oken

V minulosti byl vliv příček na součinitel prostupu tepla oken často zanedbáván. Ačkoli příčky v meziskelním prostoru nesmějí doléhat na všechny povrchy skla (nebezpečí lomu skla), mohou se vytvářet lineární tepelné mosty a negativně tak ovlivňovat součinitel prostupu tepla u oken.

Od 1.12.2010 se podle produktové normy DIN EN 14351-1 pro označení CE u oken s příčkami musejí používat následující přídavky k hodnotě U_w :



U těchto přídavků se nerozlišuje, zda se jedná o konvenční příčky z hliníku nebo o tepelně vylepšená provedení z plastu a jaké délky příček jsou celkově instalované. Také nejsou zvlášť posuzovány různé druhy příček. Pro přídavky také nehraje žádnou roli, zda u izolačního trojskla jsou příčky jen v jednom nebo v obou meziskelních prostorech. Vzhledem k tomu, že se jedná o hrubé zjednodušení, jsou přídavky v mnoha případech nepřiměřeně vysoké.

Po podrobném prozkoumání tématu ve výzkumném záměru proto Spolkové sdružení ploché sklo (BF) navrhlo zobrazovat účinek tepelných mostů příček stejně jako u okrajového spoje pomocí lineárních součinitelů prostupu tepla Ψ_{gb} , v závislosti na skutečně instalované délce příčky l_{gb} , a tyto paušální hodnoty Ψ_{gb} uvést v tabulkové formě v příloze k DIN EN ISO 10077-1.

Návrh normy zveřejněný v říjnu 2016 obsahuje nyní dvě tabulky s hodnotami Ψ_{gb} pro příčky v meziskelním prostoru, jednou pro kovové příčky a jednou pro příčky z plastu.

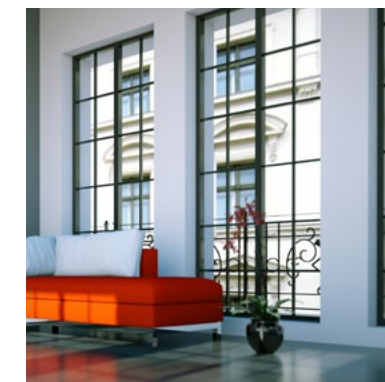
Pro výpočet hodnoty U_w okna s příčkami se souhrnný vzorec rozšíří o vliv příček:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + L_g \cdot \Psi_g + L_{gb} \cdot \Psi_{gb}}{A_w}$$

Pro porovnání s identickým oknem bez příček je možné přídavek daný příčkami vypočítat takto:

$$\Delta U_w = \frac{L_{gb} \cdot \Psi_{gb}}{A_w}$$

Další informace k tepelné technickému ošetření příček jsou obsaženy v SANCO AWT Info věstník BF „Kompas Teplá hrana pro okna a fasády“.





3.2 VLHKOST A KLIMA

3.2.1 Úvod

K pohodlnému bydlení a inspirujícímu pracovnímu prostředí patří nejen příjemná teplota vzduchu v místnosti. Svou roli pro náš příjemný pocit v místnostech hraje také vlhkost vzduchu. Pocit chladu v blízkosti pláště budovy, jako například přímo vedle špatně izolovaných oken nebo skleněných fasád, spouští ztráty sálavého tepla lidského těla a ovlivňuje pocitovou teplotu v místnosti. Pokles studeného vzduchu na vnitřních površích vnějšího pláště budovy spouští nepříjemné projevy „průvanu“. Moderní vysoce výkonná skla pomáhají takových efektům předejít. Ovšem pocit pohody silně závisí na subjektivním vnímání uživatele. Přesto je možné pro klima v místnosti minimálně definovat oblasti, v jejichž hranicích se většina uživatelů cítí dobře.

Aby bylo chráněno zdraví obyvatel a zachován fond budov, musí se předcházet poškození stavby tvorbou plísně a provlhnutím. Voda ovšem může pronikat nejen v kapalném stavu, nýbrž může uvnitř budov vznikat

na neočekávaných místech také ve větším množství v důsledku kondenzace z vlhkého vzduchu.

Proto se musejí s tématem ochrany před vlhkostí vypořádat již projektanti dnes vzduchotěsně postavené budovy. Stavebně fyzikální kvality pláště budovy je sotva možné později ještě vylepsit. Klimaticky odpovídající stavění splňuje tři klíčové požadavky:

- Člověk a zvíře, výrobky a skladované zboží jsou chráněny před povětrnostními vlivy
- Vytvořit klima přiměřené pro potřeby uživatelů
- Zabránit škodám na budově podmíněným klimatem.

Tato kapitola pojednává o základních pojmech a ukazatelích na téma ochrany před vlhkostí, vysvětluje klimatické podmínky pro pohodlí a projevy kondenzační vody na izolačních sklech a nejdůležitější základní pravidla k tématu větrání.



Pojmy, symboly, jednotky

Symbol	Označení	Význam	Jednotka
Φ	Fi	Relativní vlhkost vzduchu	%
$\Phi_{si,cr}$	Fi	Kritická relativní vlhkost vzduchu na vnitřních površích	%
f_{Rsi}	Faktor F	Teplotní faktor	-
$f_{Rsi,min}$	Faktor F	Potřebný faktor minimální teploty	-

3.2.2 Vlhkost vzduchu a kondenzace

Vzduch, který obklopuje naši Zemi, je směsí různých plynů. Z největší části jej tvoří dusík a kyslík. K tomu přistupují jiné plyny v malých a nejmenších množstvích, jako vzácný plyn argon nebo oxid uhličitý. Ve směsi plynů naší zemské atmosféry je obsažena také vodní pára, tj. plynná voda.

Celkový tlak vzduchu, tedy tíhová síla sloupce vzduchu nad povrchem Země, se doplňkově skládá z dílčích tlaků jednotlivých součástí vzduchu. Dílčí tlak odpovídá tlaku, který by jednotlivá plynná složka vyvíjela v případě, že by byla sama. Jednotkou tlaku vzduchu je Pascal, $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$. Většinou se tlak vzduchu udává v hektopascálech, $1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$.

Vlhkost vzduchu udává obsah vodní páry ve vzduchu. Hovorově se pod vodní parou rozumí většinou viditelné plynné zplodiny, mlha a mraky. To jsou ovšem již kondenzované jemné kapičky vody, které se vznášejí ve vzduchu. Ve vědě a technice se vodní parou označuje plynný stav vody. Plynná voda je neviditelná.



Procesem kondenzace se vodní pára stává opět kapalnou. Naopak kapalná voda se vypařováním mění na plynnou vodní páru. Aby mohly opustit kapalnou fázi, potřebují molekuly vody dostatek energie k překonání molekulárních kohezčních sil a povrchového napětí. Při vyšších teplotách se více částicím podaří přejít do plynné fáze, protože kohezční síly a povrchové napětí se stoupající teplotou klesají. Proto se stoupající teplotou stoupá hustota vodních částíček v objemu plynu. U tlaku nasycených par (také rovnovážný tlak par) jsou kapalná a plynná fáze v rovnováze. Hodnota tlaku nasycených par závisí na teplotě.



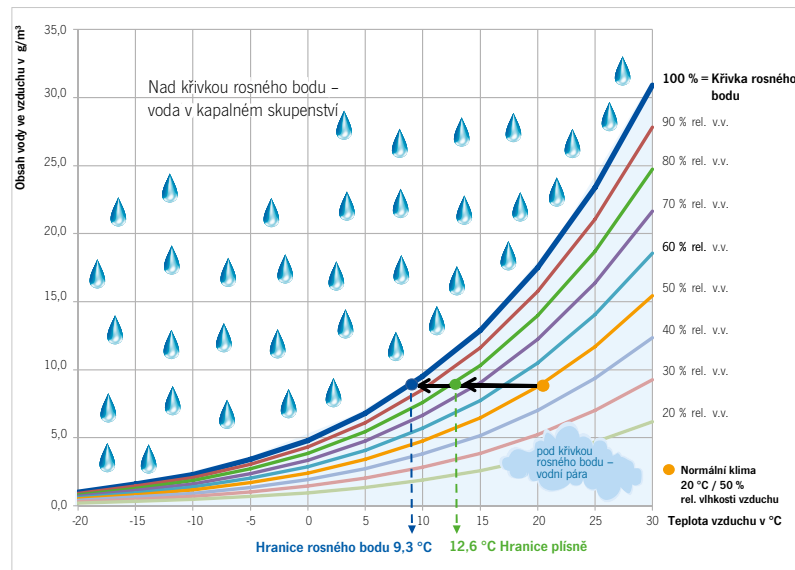
Jako měřítko pro množství vodní páry obsažené v objemu vzduchu při určité teplotě – tj. pro absolutní vlhkost vzduchu – se často udává hustota vodní páry v g/m^3 . Ve stavební fyzice se obvykle používá dílčí tlak vodní páry.

Pokud nanese maximální hodnotu vodní páry v g/m^3 , kterou může vzduch pojmout do nasycení (nebo tlak nasycených par vody) jako křivku přes teplotu, dostaneme křivku rosného bodu. Pokud tuto křivku srovnáme se 100 %, je možné z toho odvodit křivky relativní vlhkosti vzduchu v závislosti na teplotě. Relativní vlhkost vzduchu Φ , hodnota v %, udává, kolikrát je maximálně možné množství vodní páry již obsaženo ve vzduchu (příp. kolik % tlaku nasycených par je při určité teplotě dosaženo, tj. poměr dílčího tlaku vodní páry k tlaku nasycených par).

Na křivkách je možné odečíst, kolik gramů vody je při určité relativní vlhkosti vzduchu a teplotě v jednom metru kubickém vzduchu (popř. jaký dílčí tlak vodní páry je na tomto

místě dosažen). Protože gram vody na m^3 vzduchu je názornější než údaj o tlaku, je na následujícím obrázku uvedena hustota vodní páry.

Diagram rosného bodu



Praktické příklady pro tyto souvislosti:

- Pokud je vzduch v místnosti rázovým větřáním vyměněn za vzduch studený, který je pak bez přívodu nebo odběru vodní páry zahříván, jeho relativní vlhkost vzduchu klesá. Při vyšší teplotě může pojmout větší maximální množství vodní páry.
- Naopak platí: Pokud je v létě při největším poledním horku větrán chladný sklep, teplý venkovní vzduch se v chladnějším sklepě ochladí a stane se tak z relativního hlediska vlhčím. Pokud relativní vlhkost

vzduchu stoupne nad hranici rosného bodu, kondenzační voda se v prostoru sklepa sráží, ten je stále vlhčí místo suchého.

- Také ledově studená lahev piva lokálně ochladí vzduch v místnosti, stejně jako studené brýle, pokud v zimě přijdeme dovnitř zvenčí. Aniž by byla přivedena další vodní pára, v sousedství studeného místa relativní vlhkost vzduchu razantně stoupá. Je-li dosaženo 100% relativní vlhkosti vzduchu, vytváří při dalším ochlazení nadbytečná vodní pára na studeném povrchu kapky rosy.

Teplota rosného bodu udává takovou teplotu povrchu, při které, pokud jí není dosaženo, začne vodní pára obsažená v sousedním objemu vzduchu kondenzovat a vytvářet na povrchu kapky rosy, příp. u savých materiálů stoupá zvlhnutí.

20 °C a 50 % relativní vlhkosti vzduchu je považováno za takzvané normované klima, s nímž se většinou počítá. U normovaného klimatu je kritická povrchová teplota pro kondenzaci (teplota rosného bodu T_{DP} (DP = dew point)) 9,3 °C.

Plísně se jako spory vyskytují všude ve vzduchu. Ve volné přírodě hrají plísně důležitou roli při rozkladu organického materiálu na humus. Ve vnitřních prostorech na stěnách a stavebních dílech ovšem představují značné zdravotní riziko. Mohou vyvolávat alergické reakce, poškozovat dýchací cesty a kůži a způsobovat různé poruchy orientace. Aby spory plísní mohly vyklíčit a dále růst, potřebují substrát a po určitou dobu relativní vlhkost vzduchu minimálně 80 %. Při ochlazení vzduchu na studených površích je 80 % relativní vlhkosti vzduchu logicky dosaženo dříve než 100 %. To znamená, že mezní teplota pro růst plísní je vyšší než pro kondenzační vodu. Za normálních klimatických podmínek (20/50) je hranice plísní dosažena již při 12,6 °C.

Pro zabránění kondenzační vodě nesmí být na žádném místě povrchu stavebního dílu dosaženo relativní vlhkosti vzduchu 100 %. Pro zabránění tvorbě plísní nesmí být na žádném místě relativní vlhkost vzduchu 80 % dosažena nebo překročena. Aby se předešlo korozi stavebního materiálu, mohou být dána další zadání pro maximálně přípustné povrchové vlhkosti.

Kritické relativní vlhkosti vzduchu na površích stavebních dílů:

- Pro tvorbu kondenzační vody $\Phi_{si,cr} = 100\% \text{ rel. LF}$ odpovídá při normovaném klimatu 9,3 °C
- Pro tvorbu plísní $\Phi_{si,cr} = 80\% \text{ rel. LF}$ odpovídá při normovaném klimatu 12,6 °C

Pokud se individuální klima liší od klimatu normovaného, platí stále údaje pro kritické vlhkosti vzduchu na površích stavebních dílů. Vycházejí ovšem jiné hodnoty pro kritické minimálně přípustné povrchové teploty. Při individuálních klimatických podmínkách v místnosti může být kritická minimální teplota vnitřního povrchu $T_{si,min}$ buď v jednotlivém případě vypočtena nebo přibližně určena za pomoci tabulek A.1 a A.2 DIN 4108-3. Pro individuální klima v místnosti s např. 60 % relativní vlhkosti vzduchu a 21 °C teploty v místnosti se zvyšuje hranice plísní na 16,5 °C a teplota rosného bodu činí 13 °C.



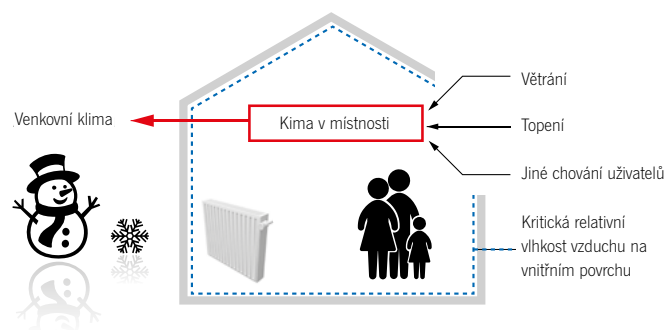
Program pro výpočet rosného bodu/bodu plísní:
www.sanco.de/taupunktrechner



Individuální prostorové klima je určeno větráním a vytápěním prostoru. Také jiné chování uživatelů hraje roli, např. kolik osob je v místnosti, pokojové rostliny, druh nábytku, vaře-

ní, sušení prádla v obytných prostorech atd. Venkovní klima dává společně s klimatem v místnosti mezní podmínku klimatu.

Tepelný plášť budovy



Ze zadání pro dodržované kritické relativní vlhkosti vzduchu $\Phi_{si,cr}$ vyplývají potřebné minimální teploty pro vnitřní povrchy. Společně s mezními podmínkami klimatu z toho

vyplývá potřebná minimální tepelná ochrana pro tepelný plášť budovy. Pro další informace viz SANCO AWT Info „Kondenzace u izolačního skla“.

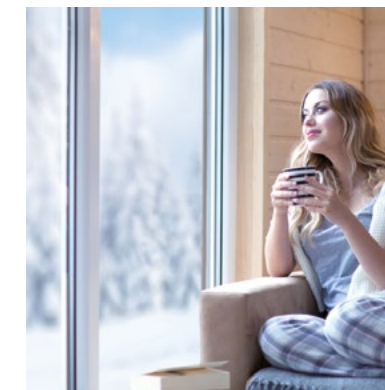
3.2.3 Teplotní faktor f

Od teplého vzduchu v místnosti až ke studené teplotě venkovního vzduchu vzniká ve venkovním plášti vyhříváných budov teplotní gradient. Přitom je povrchová teplota na vnější straně např. okna vyšší než teplota venkovního vzduchu. Naopak je teplota na vnitřním povrchu nižší než teplota vzduchu v místnosti. Dobře izolovaný stavební díl má na vnitřní straně vysokou povrchovou teplotu, která se blíží teplotě vzduchu v místnosti. Při špatné izolaci je povrchová teplota kvůli velké tepelné ztrátě směrem ven již výrazně snížena. I když odhlédneme od toho, že ztracené teplo musí být stále dodatečně produkováno s vysokými náklady na energii, je takto špatně izolující stavební díl také nevýhodou pro komfort a hygienu: nikdo se rád nezdržuje v blízkosti studených povrchů, protože vyvolávají pocit průvanu. A na studených površích se může srážet kondenzační voda ze vzduchu, což dlouhodobě vede k tvorbě plísní. Plíseň může na povrchu růst již od relativní vlhkosti vzduchu 80 %.

Schopnost stavebního dílu tepelně izolovat je popsána hodnotou U . Pokud ovšem chceme posuzovat ochranu před vlhkostí, samotná hodnota U nestačí, protože jako zprůměrovaná hodnota pro celou plochu stavebního dílu nic nevypovídá o lokálních místech poruch. K tomu je potřeba vypovědět, jaké nejnižší teploty je na vnitřní straně na jakém místě stavebního dílu dosaženo.

Dvojměrný výpočet okenního průřezu podle DIN ISO EN 10077-2 přináší jako výsledek vedle tepelného proudu také průběh teploty. Na rámu a na hraně skla je možné odečíst povrchové teploty, které se vyskytnou za stanovených podmínek výpočtu (na straně místnosti 20 °C, na vnější straně 0 °C). U oken je nejnižší povrchová teplota $T_{si,min}$ v místnosti zpravidla v rozsahu tepelného mostu na okraji skla.

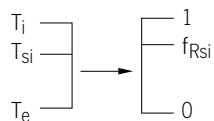
V praxi hodnota nejnižší povrchové teploty závisí nejen na izolačních kvalitách stavebního dílu, ale také na příslušných mezních podmínkách pro teplotu vzduchu v místnosti a venkovní teplotu. Čím chladněji venku je, tím nižší klesne povrchová teplota v místnosti. Aby se nemusel počítat každý případ, byl vytvořen bezrozměrný teplotní faktor.



3.

Teplotní faktor f_{Rsi} dává do poměru odstup mezi nejnižší povrchovou teplotou a venkovní teplotou pro celkový teplotní rozdíl mezi vzduchem v místnosti a venkovním vzduchem. Pokud byla podle DIN EN ISO 10077-2 při $T_i = 20\text{ °C}$ a $T_e = 0\text{ °C}$ dvojrozměrným výpočtem tepelného proudu zjištěna nejnižší povrchová teplota 14 °C , vypočte se z ní teplotní faktor 0,7, tj. z celého rozdílu mezi vnitřní a vnější teplotou je na povrchu do místnosti k dispozici ještě 70 % do dosažení venkovní teploty.

Pomocí tohoto jednorázově stanoveného faktoru f stavebního dílu je nyní možné vypočítat nejnižší povrchovou teplotu pro každou jinou teplotu v místnosti a venkovní teplotu.



$$f_{Rsi} = \frac{T_{si,min} - T_e}{T_i - T_e}$$

$$T_{si,min} = T_e + f_{Rsi} (T_i - T_e)$$

Je-li venkovní teplota nižší, povrchová teplota klesá, až je opět dosaženo stejného poměru. Příklad: Teplota v místnosti $T_i = 20\text{ °C}$ a venkovní teplota $T_e = -10\text{ °C}$ dává rozdíl $T_i - T_e = 30\text{ °C}$. Vynásobeno faktorem f 0,7 příp. 70 % $\Rightarrow 0,7 (20 - (-10)) = 21\text{ °C}$ jako zbývající teplotní rozdíl povrchu stavebního dílu do venkovní teploty. Z toho vyplývá jako hodnota pro povrchovou teplotu $T_{si,min} = -10\text{ °C} + 21\text{ °C} = 11\text{ °C}$.

Dále je možné pomocí faktoru f posoudit riziko kondenzační vody. Pokud teplota povrchu klesne pod teplotu rosného bodu (T_{DP}) okolního vzduchu, vytvoří se na tomto místě kondenzační voda. Každý již někdy pozoroval u oken při nízkých venkovních teplotách kondenzát podél hrany skla v místnosti, zejména když jsou použity běžné hliníkové distanční rámečky.

f_{Rsi}	Teplotní faktor
T_i	Vnitřní teplota – internal
T_e	Venkovní teplota – external
$T_{si,min}$	Minimální povrchová teplota uvnitř – surface internal

3.

Pro normované klima platí: Při teplotě 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu v místnosti 50 % činí teplota rosného bodu $T_{DP} = 9,3\text{ °C}$. Je-li minimální povrchová teplota $T_{si,min}$ vyšší, nedá se očekávat žádný kondenzát. Tvorba plísně ovšem nezačíná až srážením kondenzační vody, nýbrž již při cca 80 % relativní vlhkosti vzduchu, čehož je dosaženo již při teplotě $12,6\text{ °C}$ (viz kapitulu 3.2.2). Z obou těchto mezních teplot se podle DIN 4108-3 pro standardizovanou mezní klimatickou podmínku -5 °C venku a $+20\text{ °C}$ v místnosti vypočtou následující faktory f jako mezní hodnoty pro povrch v místnosti:

Potřebné faktory minimální teploty podle DIN 4108-3:

- Pro zabránění tvorbě kondenzační vody $f_{Rsi,min} = 0,57$
- Pro zabránění tvorbě plísni $f_{Rsi,min} = 0,70$

Ovšem podle DIN EN ISO 13788 jsou z tohoto pravidla vyjmuta okna a konstrukce s příznanými vodorovnými a svislými prvky: na nich je tvorba kondenzační vody přechodně a v malém množství přípustná, pokud povrch vlhkost neabsorbuje a jsou přijata příslušná opatření pro zabránění kontaktu se sousedními citlivými materiály.

S teplotou hranou a izolačním trojsklem v okně je ovšem teplotního faktoru 0,7 ve většině případů dosaženo nebo je dokonce překročen.

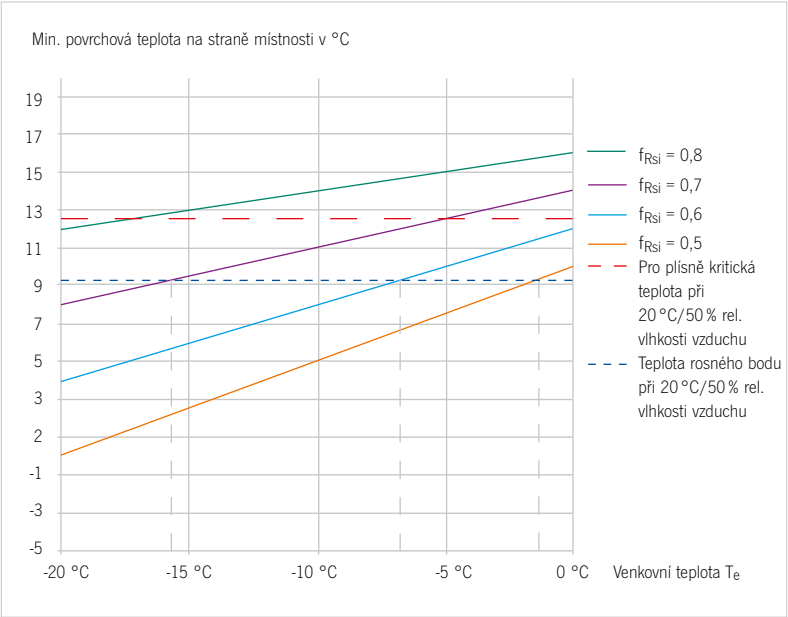
Pokud rovnici přeformulujeme, je možné vypočítat nejnižší venkovní teplotu, při které za normovaného klimatu na povrchu s daným faktorem f ještě nevystupuje žádná kondenzační voda, tj. je dosažena teplota rosného bodu $T_{DP} = 9,3\text{ °C}$ (příp. $12,5\text{ °C}$ jako teplota kritická pro plísň):

$$T_e = \frac{f_{Rsi} \cdot T_i - T_{si,min}}{f_{Rsi} - 1}$$



3.

Odečtení kritické venkovní teploty $T_{e,krit}$ po kterou se za normovaného klimatu (20 °C a 50 % rel. vlhkosti vzduchu) může vyskytnout kondenzační voda



	$T_{e,krit}$ plíseň	$T_{e,krit}$ kondenzační voda
$f_{Rsi} = 0,8$	-17,5 °C	-33,5 °C
$f_{Rsi} = 0,7$	-5,0 °C	-15,7 °C
$f_{Rsi} = 0,6$	1,3 °C	-6,8 °C
$f_{Rsi} = 0,5$	5,0 °C	-1,4 °C

Pro jiné klimatické omezující podmínky se musí nejprve na základě existující vlhkosti vzduchu v místnosti a teploty v místnosti určit teplota rosného bodu. S faktorem f se vypočte minimální povrchová teplota $T_{si,min}$

stanovených omezujících podmínkách. Z porovnání T_{DP} s $T_{si,min}$ vyplývá, zda místo nejnižší povrchové teploty u okna je při určité venkovní teplotě bez kondenzační vody nebo ne.

3.2.4 Klima v místnosti a tepelná pohoda

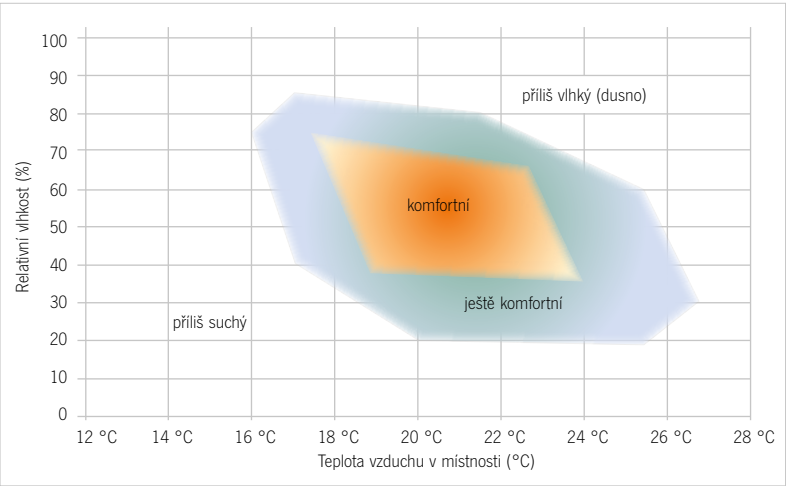
Podle zatížení venkovním klimatem a podmínek klimatu v místnosti vyplývají zcela rozdílné požadavky na provedení plášťů budov. Cílem stavění odpovídajícího klimatu je, pomocí optimálního dimenzování budovy po co možná dlouhou dobu v průběhu roku udržovat příjemné klima v místnosti zcela bez energetických nákladů na topení nebo ochlazení. Tam, kde se dočasně musí topit nebo ochlazovat, by se tak mělo uskutečňovat pokud možno efektivně a budova by měla být chráněna proti tepelným ztrátám v zimě a v létě proti nadměrnému přívodu energie.

Tepelná pohoda znamená pro uživatele a obyvatele budov, že jsou spokojeni se svým okolním klimatem. Tepelná pohoda v budovách je ovlivňována mnoha faktory:

- **Klima v místnosti:** Teplota vzduchu v místnosti, vlhkost vzduchu, pohyb vzduchu, kvalita vzduchu, světlo, povrchové teploty, výměna záření, hladina zvuku/hluku
- **Uživatelé:** Oděv, úroveň činnosti, jiné chování
- **Venkovní klima:** Venkovní teplota, srážky, vítr, zdroje zápachu

Jelikož pohoda je individuálně rozdílně vnímána, jsou uváděny oblasti, v nichž je většina lidí s klimatem v místnosti spokojená. Překrývající se oblasti pohody pro teplotu vzduchu a vlhkost vzduchu, které úzce spolupůsobí, se mohou v diagramech zobrazit jako pole komfortu.

Pole komfortu: Vlhkost vzduchu v místnosti – teplota v místnosti



3.

3.

Pocitová teplota vzniká z kombinovaného účinku teploty vzduchu v místnosti a povrchových teplot ploch obklopujících místnost. Jsou-li stěny studené, musí se to kompenzo-

vat vysokými teplotami vzduchu v místnosti. Naopak mohou teplé stěny v určitých mezích kompenzovat nižší teplotu vzduchu v místnosti.

Rozdíl teplot mezi teplotou vzduchu v místnosti a povrchovou teplotou vnitřní tabule činí

0 až 5 °C	■ Maximální komfort, i v bezprostřední blízkosti okna ■ Žádný nepříjemný pocit průvanu v blízkosti okna ■ Rosení a námraza na vnitřní tabuli jsou možné jen ve výjimečných případech ■ Nižší potřeba cizího tepla (úspora energie)
5 až 10 °C	■ Střední až dobrý komfort bydlení ■ Je možný lehký pocit průvanu v bezprostřední blízkosti okna ■ Rosení a námraza na vnitřní tabuli jsou možné při venkovních teplotách hluboko pod bodem mrazu ■ Střední potřeba cizího tepla
nad 10 °C	■ Snížený komfort bydlení ■ Pocit průvanu v blízkosti okna ■ Rosení a námraza na vnitřní tabuli jsou možné při teplotách lehce pod bodem mrazu ■ Velká potřeba cizího tepla

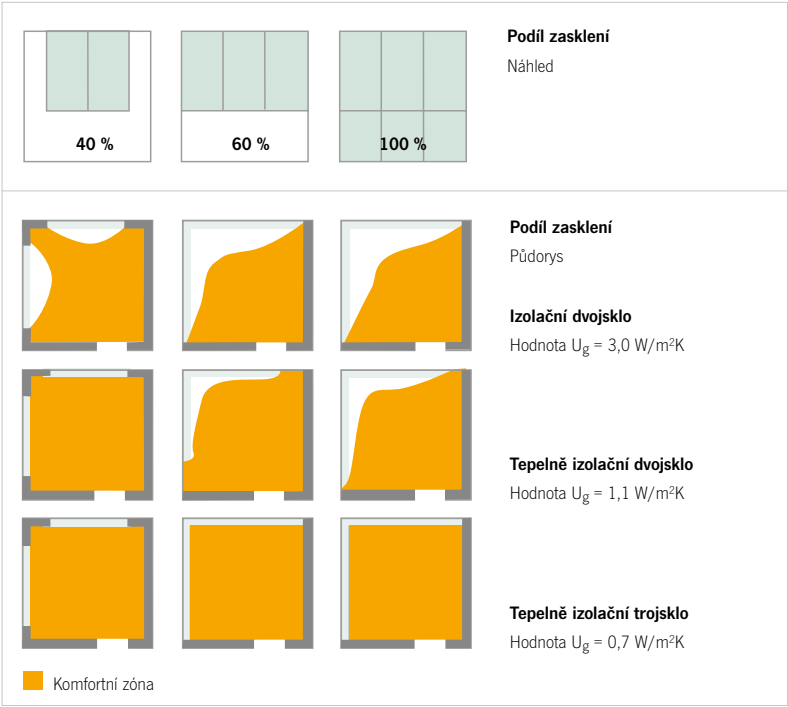
Čím větší teplotní rozdíl mezi vzduchem v místnosti a plochami prostorového pláště, tím nekomfortněji se obyvatelé cítí. Vysoce tepelně izolační trojskla se svými povrchovými teplotami ležícími blízko teploty vzduchu v

místnosti na vnitřní straně zajišťují ten nejlepší komfort bydlení. Tak je i ve velkoryse zasklených místnostech v zimě na každém místě možný příjemný pobyt.

Povrchová teplota vnitřní tabule při teplotě v místnosti 20 °C, v závislosti na teplotě venkovního vzduchu

Druh zasklení	Hodnota U_g	Teplota venkovního vzduchu			
		0 °C	- 5 °C	- 11 °C	- 14 °C
Jednoduché sklo	5,8 W/m²K	+ 6 °C	+ 2 °C	- 2 °C	- 4 °C
Izolační dvojsklo	3,0 W/m²K	+ 12 °C	+ 11 °C	+ 8 °C	+ 7 °C
Tepelně izolační dvojsklo	1,1 W/m²K	+ 17 °C	+ 16 °C	+ 15 °C	+ 15 °C
Tepelně izolační trojsklo	0,7 W/m²K	+ 18 °C	+ 18 °C	+ 17 °C	+ 17 °C

Pohoda a využití prostoru

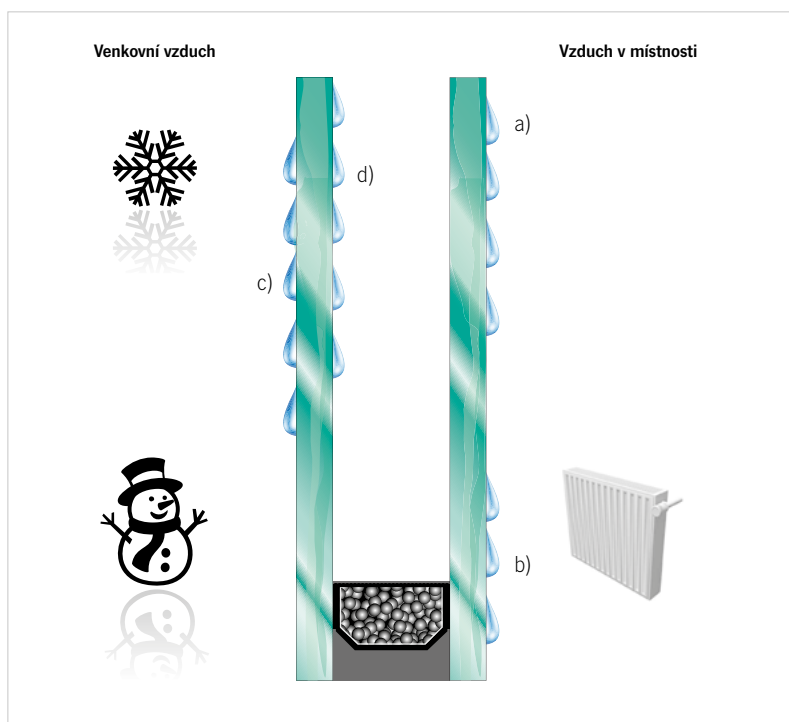


3.

3.2.5 Kondenzační voda a sklo

U jednoduše zasklených oken byla zimní tvorba kondenzátu na celé ploše skla v místnosti známým jevem. Když bylo venku dostatečně zima, tvořily se ledové květy. Teprve vynález izolačního skla s hermeticky uzavřeným, vždy suchým meziskelním prostorem, tomu mohl zabránit.

Pokud se u izolačního skla tvoří kondenzát, musí se nejprve vyjasnit, kde k tomu dochází: v místnosti, v meziskelním prostoru nebo na vnější straně. Pochopení postupů vyžaduje znalosti fyzikálních základů z předchozích částí této kapitoly.



Kondenzát se může objevit

- a) na povrchu vnitřní tabule směrem do místnosti
- b) na hraně skla vnitřní tabule
- c) na vnějším povrchu vnější tabule
- d) v meziskelním prostoru

Případ a)

Na povrchu skla v místnosti se u moderních izolačních skel, zejména u tepelně izolačních trojskel, prakticky již netvoří žádná kondenzační voda. Povrchové teploty v klidném středu tabule jsou tak vysoké, že pouze ve zcela extrémních případech při velmi vysoké vlhkosti vzduchu v místnosti v kombinaci s velmi nízkými venkovními teplotami může vznikat kondenzační voda.

Případ b)

Okrajový spoj tabule izolačního skla představuje s distančním rámečkem a sekundárním těsněním vodivé spojení a je z hlediska tepelné techniky slabým místem, zejména když byly použity konvenční distanční rámečky z hliníku nebo oceli. Proto může na hraně skla do místnosti při vyšší vlhkosti vzduchu v místnosti spíše dojít k tvorbě kondenzační vody. Tepelně vylepšené distanční rámečky mají díky minimalizaci tepelných mostů mnohem větší oblast bez kondenzační vody. I pro to existují za velmi nepříznivých mezních podmínek hranice. Stejně jako v případě a) platí: Je-li znám faktor f konstrukce, je možné vypočítat, při jaké teplotě venkovního vzduchu začne pro danou teplotu vzduchu v místnosti kondenzace. Kondenzace v místnosti na skleněných plochách nebo na hraně skla ovšem může mít i jiné důvody: Okna dnes musejí být instalována vzduchotěsně. Bez rozumných koncepcí větrání dochází ve vzduchotěsných budovách rychle ke zvýšení vlhkosti vzduchu v místnosti a tím dříve ke kondenzaci vody. Také konstrukční chyby při projektování mohou problematiku kondenzační vody ještě zhoršit.

Případ c)

Kondenzát na vnější straně tabule izolačního skla je fyzikálním důkazem dobré izolace – i když kondenzační voda na tomto místě ruší, protože brání volnému průhledu. Pak se ostatně vyskytuje i na vnější stěně, jen tam není tak viditelná. Důvod spočívá v tom, že nezastíněná venkovní tabule a vnější stěny vysílají tepelné záření k jasné noční obloze a kvůli své dobré izolaci zevnitř budovy nejsou „dohřívána“. Tak může jejich povrchová teplota klesnout pod teplotu rosného bodu venkovního vzduchu. Šikmo zabudovaná zasklení jako střešní okna jsou tímto jevem silněji postižena než tabule svislé, podobně jako u auta čelní sklo. Pokud nechceme tabule zastínit okenicemi, může pomoci vnější povrstvení, protože to snižuje vyzařování.

Případ d)

V meziskelním prostoru nově vyrobeného izolačního skla panuje absolutní sucho, s teplotou rosného bodu méně než -60°C . Kondenzační voda tedy prakticky není možná. Pokud se u izolačního skla přesto tvoří v meziskelním prostoru kondenzační voda, je rozbité. Okrajový spoj již netěsní a vysoušedlo je nasycené. Tabuli není možné opravit.

Viz také SANCO AWT Info „Kondenzace u izolačního skla“

3.2.6 Větrání

Správné větrání snižuje nebezpečí škody od vlhkosti v budovách a předchází tak zdravotním a stavebně fyzikálním problémům.

Na základě vyšších energetických požadavků se dnes pláště budov dělají těsné. K větrání přes úniky již nedochází. Proto získává kontrolované a vědomé větrání stále více na významu. Koncepce větrání musí zajišťovat výměnu vzduchu při zohlednění pokud možno nízkých ztrát energie pomocí jiných opatření. Norma DIN 1946-6 stanoví, zda jsou potřeba ventilační opatření a popisuje, jak se musí určit koncepce větrání. Stanoví konkrétní požadavky na minimální výměnu vzduchu pro zajištění větrání nezávislého na uživateli. Odpovědnost za to nese projektant, tedy architekt, provádějící podnik nebo řemeslník.

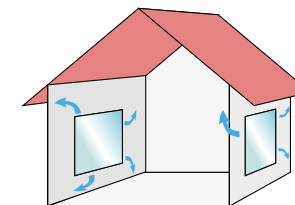
Koncepce větrání je dobře možné realizovat zejména v oblasti sanace starých staveb s decentralizovanými větracími systémy zabudovanými v okně (průduchy vzduchu, příp. přepouštěcí otvory, větráky v parapetech, nástavbové prvky, větráky v okenní drážce, zamlžením řízené větráky, ventilátorem poháněné větrací přístroje, s rekuperací tepla nebo bez ní, manuálně, automaticky nebo senzory řízené).

Samozřejmě i uživatel by se měl starat o to, aby se pravidelně větralo z důvodu odvodu vlhkosti, zápachů a škodlivin ven a aby docházelo k přívodu čerstvého vzduchu. To je nejlepší pomocí nárazového nebo příčného větrání. Tím se teplý, vlhký vzduch v místnosti bez ochlazení pláště místnosti a v něm obsažených předmětů rychle a kompletně vymění za vzduch studený. V budově bez klimatizace je pravidelné větrání nezbytné.



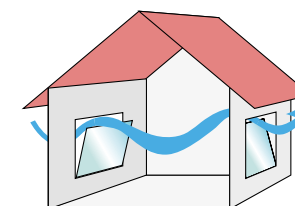
Nucené odvětrávání

Stavební vady jako netěsná okna, dveře a napojení stěn vedly dříve k nekontrolovanému nucenému odvětrávání, důsledkem byly vysoké energetické ztráty.



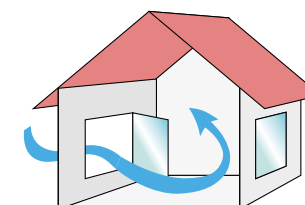
Trvalé větrání

U větrání mezerou – např. okna, která jsou trvale ve sklopené poloze – se plýtvá energií, vzduch se úplně nevymění. Nábytek a stěny jsou vystaveny extrémním změnám teploty.



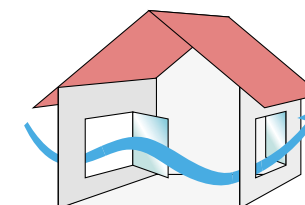
Nárazové větrání

Podstatně účinnější způsob výměny vzduchu v místnosti. Okenní křídlo se přitom úplně otevře a vzduch se během cca 10 minut vymění. Jelikož výměna vzduchu probíhá velice rychle, nedochází k žádnému ochlazení stavebních dílů.



Příčné větrání

Deset minut příčného větrání pomocí dvou protilehlých, otevřených oken je ten nejlepší způsob větrání. Veškerý vzduch v místnosti se vymění, teplo nahromaděné ve stěnách a podlaze čerstvý vzduch bez velkých ztrát opět rychle zahřeje.





3.3 SLUNCE A SVĚTLO

3.3.1 Úvod

Slunce bezplatně dodává na povrch Země více energie, než kolik může lidstvo kdy spotřebovat. Za pouhou jednu hodinu nám pošle tolik energie, že to odpovídá roční spotřebě všech obyvatel světa. Pouze asi 0,1 % z toho se prostřednictvím fotosyntézy ukládá v rostlinách ve formě biomasy. Sluneční světlo je zásadní pro zdraví lidí. V zimě slunce přispívá svým zářením přes průhledné plochy oken a fasád k ohřevu místností.

Ovšem nejen kvůli stále větším podílům skleněných ploch v moderní architektuře se letní přehřívání budov stalo tématem i v našich zeměpisných šířkách. Příliš vysoké teploty v místnosti nás dostávají z komfortní zóny, v příliš teplých kancelářích výkonnost rychle klesá. Během letních období horka běží ve vozidlech, veřejných budovách a stále více také v soukromých budovách klimatizace na plné obrátky. Vysoká spotřeba energie

u klimatizací při srovnatelně nízké účinnosti dále podporuje klimatické změny. To je zase příčinou stále častějších období horka v létě a stále intenzivnějších výkyvů počasí – začarovaný kruh. Jelikož slunce ve dne zajišťuje také bezplatné osvětlení, není ho možné jenom jednoduše odstínit pro ochranu před přehřátím. Jinak by bylo po celý den potřeba umělé osvětlení, což je rovněž z důvodů energetické účinnosti nežádoucí.

Stavění v souladu s klimatem tedy vyžaduje znalost střídavých účinků slunečního záření a skla. Svým selektivním zastíněním protisluneční skla významně přispívají k letní ochraně před teplem.

Tato kapitola pojednává o základech techniky vyzařování k tématům ochrany proti slunci a letní ochrany před teplem a vysvětluje ty nejdůležitější ukazatele ochrany proti slunci.



Pojmy, symboly, jednotky

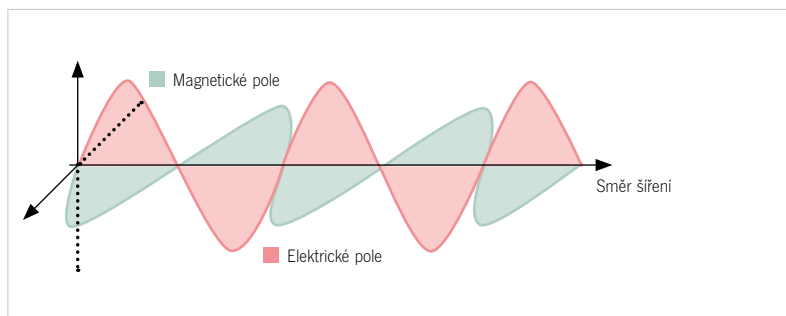
Symbol	Označení	Význam	Jednotka
λ	lambda*	Vlnová délka	m
f		Frekvence	Hz příp. 1/s
ρ	ró	Činitel odrazu	-
α	alfa	Činitel pohlcení	-
τ	tau	Činitel prostupu světla	-
q_a, q_i		Sekundární odvádění tepla ven/dovnitř	%

*Řecké písmeno lambda se používá jako symbol jak pro tepelnou vodivost, tak pro vlnovou délku.

3.3.2 Sluneční spektrum a elektromagnetické záření

Elektromagnetické vlny jsou šířící se kmitání elektrických a magnetických polí, kmitání probíhá kolmo ke směru šíření (příčné vlny*). Ke svému pohybu nepotřebují elektromagnetické vlny žádné médium, proniknou i vakuem.

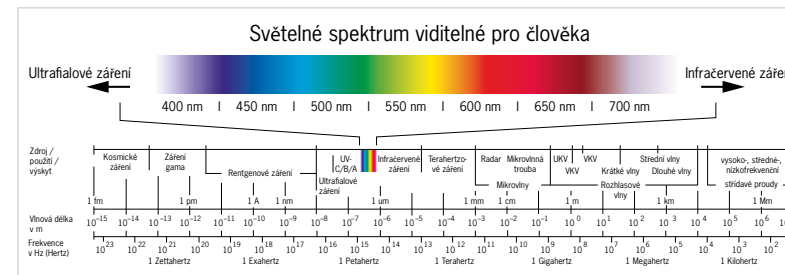
Zobrazení elektromagnetické vlny



Spektrum elektromagnetického záření se rozděluje podle vlnových délek. Viditelné světlo přitom zabírá pouze maličkou část celého spektra. Pro zbytek elektromagnetického spektra je lidské oko slepé, pro jeho výzkum potřebuje člověk senzory a pomůcky.

*) Poznámka: Na rozdíl od příčně kmitajícího elektromagnetického záření kmitá zvuk ve vzduchu podélně, ve směru šíření (podélná vlna). Kromě toho zvukové vlny potřebují ke svému šíření médium (viz kapitolu 3.4 Zvuk).

Elektromagnetické spektrum, rozdělení podle oblastí vlnových délek



Infračervené záření (IR) je pro člověka neviditelné. V oblasti vlnových délek sahá od 780 nm (blízké infračervené) do 0,1 nm (vzdálené infračervené). Infračervené záření proniká oparem a mlhou lépe než viditelné světlo. Proto je možné s filmy citlivými na infračervené světlo fotografovat i tehdy, když „není nic vidět“. Termografické snímky s infračervenou kamerou činí tepelné ztráty na budovách viditelnými.

Světlo označuje pro člověka viditelnou oblast elektromagnetického spektra mezi cca 380 a 780 nm. Barva je dána vlnovou délkou. Hranice k IR a UV nejsou ostré, citlivost lidského oka v okrajové oblasti pomalu klesá.

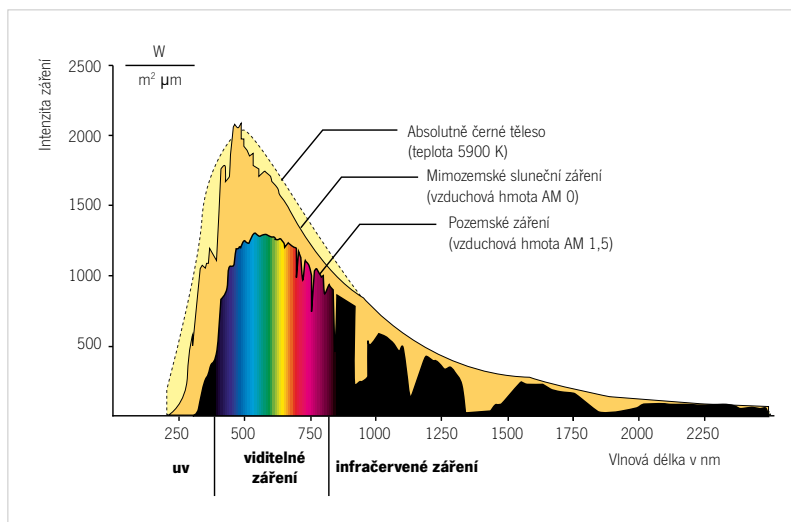
Člověk nemůže v oblasti ultrafialového záření (UV) vidět, ale některá zvířata, zejména hmyz, vidí i v UV oblasti. Mnohé pro nás nenápadné bílé květy jsou pro hmyz velice atraktivní. UV záření má kratší vlnovou délku a je více nabitě energií než světlo. Rozsah vlnových délek sahá od 380 do 1 nm a dále se dělí na UV-A, které přímo sousedí s viditelnou oblastí, UV-B a UV-C.

Záření pod 200 nm, jako rentgenové a gama záření, je tak nabitě energií, že může uvolnit elektrony z atomů nebo molekul. Je ionizující a proto nebezpečné pro člověka a jiné organismy. Naštěstí zemská atmosféra odstiňuje veškeré sluneční záření s vlnovou délkou pod 300 nm.

Spektrum slunečního záření dopadajícího na Zemi sahá od UV přes viditelné až střední infračervené, od cca 300 do 2500 nm. Přitom je celá škála slunečního záření na cestě zemskou atmosférou redukována absorpcí a rozptylem. Proto je třeba rozlišovat mezi mimozemským slunečním zářením (mimo zemskou atmosféru) a zářením na zemském povrchu.

Výkon záření, které dopadá na zemský povrch, závisí především na postavení slunce, tj. na ročním období a denní době. Za jasných letních dní dosahuje sluneční záření v Němecu kolem poledne výkonu záření až 1000 W/m². V době kolem zimního slunovratu koncem prosince činí výkon záření za zataženého počasí asi pouhou pětinu této hodnoty.

Intenzita slunečního záření ve vesmíru v blízkosti Země a na povrchu Země v porovnání k emisi ideálního černého tělesa* při teplotě 5900 K



(Zdroj: Wikimedia Commons)

*) Poznámka: Ideálním tepelným zářičem je teoretické „černé těleso“. To absorbuje a emituje maximální možné záření, jeho emisivita činí 1. Při typických okolních teplotách se maximum jeho vyzařování nachází v dlouhovlnné infračervené oblasti (vzdálené infračervené). Proto se tepelné záření hovorově klade na roveň infračervenému záření. Čím je těleso teplejší, tím více se posouvá jeho maximum, ovšem ve směru viditelného světla.

K celkovému výkonu záření Slunce na povrchu Země (nadmořská výška) přispívá viditelné světlo cca 52 %, infračervené záření cca 42 %, přičemž pouhé 1 % celkového záření ve vzdáleném infračerveném záření je větší než 2500 nm. UV záření dodává s cca 6 % sice srovnatelně malý podíl, ale je zejména svým podílem UV-B velice účinné na kůži a

může způsobit spálení pokožky. Podíl UV-A poškozuje hlubší vrstvy kůže, způsobuje stárnutí kůže a tvorbu vrásek.

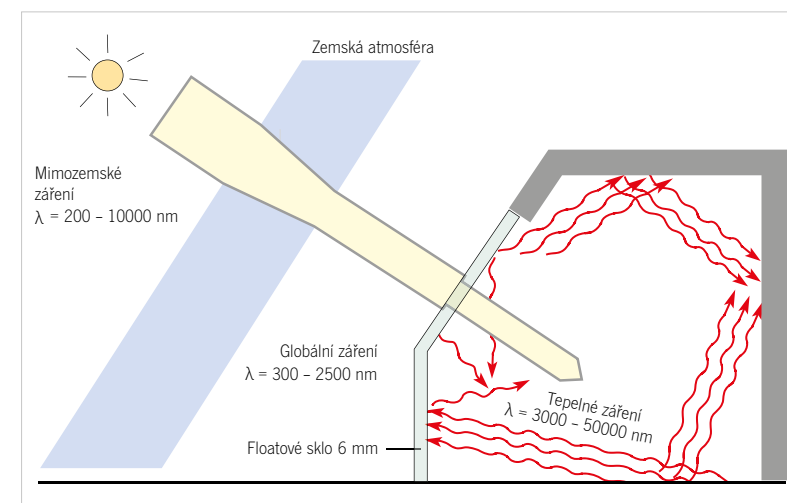
Lidské oko je nejcitlivější přesně v té oblasti, v níž dopadá největší intenzita záření Slunce na povrch Země.

3.3.3 Záření a sklo

Skutečnost, že celá oblast vlnové délky slunečního záření se z velké části kryje s oblastí propustnosti skla, lze označit za „šťastnou shodu okolností“. Chování slunečního záření při dopadu na sklo ovšem závisí na vlnové délce. Především na krátkovlnném konci spektra je propustnost určena druhem skla.

Na stavbách a v automobilovém průmyslu převážně používaná sodnovápenatokrémicítá skla jsou jak pro vlnové délky menší než 320 nm, tak ve středním a vzdáleném infračerveném rozsahu větším než cca 2500 nm, nepropustná. Tato propustnost skla závisí

na vlnové délce je odpovědná za skleníkový efekt: Sluneční energie, která přichází na zemský povrch, se přes nepovrstvené sklo dostává z velké části dovnitř do místnosti. Stěny, podlahy a zařízení v místnosti se absorpcí záření ohřívají. Pohlcenou energii opět vysílají jako tepelné záření (emise). Za „normálních“ teplot je maximum tohoto tepelného záření ve vzdálené infračervené oblasti. Pro to je ale sklo nepropustné, tepelné záření je pohlcováno, příp. odraženo zpět do místnosti. Energie zůstává uvnitř, místnost je tedy stále teplejší.

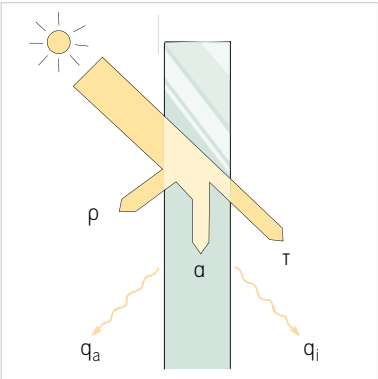


Efekt se proto nazývá skleníkový, protože se využívá v zahradnictví ve sklenících: Slunce dopadající přes skleník zahřívá tmavou půdu. Půdou vysílané tepelné záření již sklem ven

neprojde, zahřívá vzduch a podporuje tak růst rostlin, pokud by pro ně bylo venku ještě příliš chladno.

3.

Když sluneční záření dopadne na transparentní povrch skla, část dopadajícího záření je odražena zpět (odraz), část je pohlcena hmotou (absorpce) a část projde skrz (prostup). To platí jak pro viditelné světlo, tak pro celé vyzařované sluneční spektrum. Ovšem příslušné podíly ve spektrálních oblastech nejsou vždy stejně velké. Protože energie se nemůže ztratit, musí součet veškerého odraženého, pohlceného a propustujícího záření vždy zůstat rovný slunečnímu svitu.



Činitel odrazu ρ , činitel pohlcení α a činitel prostupu τ dávají společně vždy 1.

i Přirozený skleníkový efekt Země vzniká tak, že skleníkové plyny zemské atmosféry záření přicházející od Slunce z velké části propouštějí, ale Zemí vysílané tepelné záření z velké části absorbují. Bez tohoto jevu by bylo na Zemi dost chladno. Nejdůležitější skleníkové plyny zemské atmosféry jsou vodní pára, oxid uhlíčitý, metan a oxid dusný (rajský plyn). Kvůli lidskému vlivu podíl těchto plynů v zemské atmosféře od začátku průmyslové revoluce enormně rychle stoupl. To vede ke stálému růstu globálních průměrných teplot. Přitom jsou plyny vznikající zemědělstvím a chovem dobytka – metan a rajsý plyn – pro tento lidmi vytvořený skleníkový efekt ještě několikanásobně účinnější než CO_2 vznikající používáním fosilních paliv a mýceným pralesů.

Jak je uvedeno v kapitole 3.3.2 k černému tělesu, vysílají předměty, které pohlcují záření, samy opět tepelné záření (emise). Skleněné tabule opět vyzařují absorbovanou sluneč-

ni energii jako takzvané sekundární odvádění tepla na stranu do místnosti (q_i , i = uvnitř) a směrem ven (q_a , a = venku).

Tři efekty při dopadu slunečního záření na sklo

Podíl	Zkratka	Popis	Celkové záření (Index e)*	Viditelné světlo (Index v)*
Činitel odrazu	ρ (ró)	Podíl záření, které je na hraniční ploše odraženo zpět	ρ_e (také SR)	ρ_v (také LR)
Činitel pohlcení	α (alfa)	Podíl záření, které je absorbováno a jako tepelné záření opět emitováno	α_e (také SA)	α_v (také LA)
Činitel prostupu	τ (tau)	Podíl záření, které nerušeně prochází skrz sklo	τ_e (také ST)	τ_v (také LT)

* Index e = energy, Index v = visible. Pro sekundární odvádění tepla q směrem ven se často rovněž používá index e, přičemž zde znamená e = external. Aby se zabránilo zmatení, sekundární odvádění tepla q směrem ven se v této kapitole označuje indexem a. Pro ukazatele skla částečně použita alternativní označení znamenají S = záření (SR = reflexe záření, SA = absorpce záření a ST = prostup záření) a L = světlo s podíly LR, LA a LT.

U činitele odrazu
 $\rho = 1$ ($\alpha = 0$ a $\tau = 0$):
je všechno záření odráženo
(ideální zrcadlo).

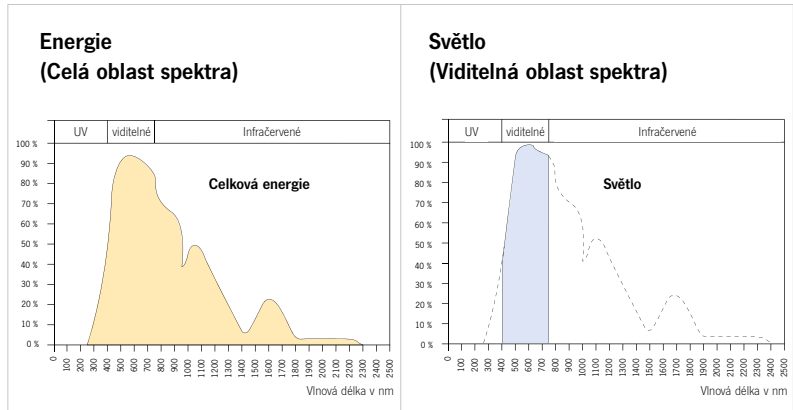
U činitele pohlcení
 $\alpha = 1$ ($\rho = 0$ a $\tau = 0$):
je všechno záření absorbováno
(takzvané černé těleso).

U činitele prostupu
 $\tau = 1$ ($\rho = 0$ a $\alpha = 0$):
byl předmět úplně
transparentní.

3.

3.

Při udávání fyzikálních ukazatelů záření pro zasklení (viz také následující kapitolu 3.3.4) se rozlišuje mezi hodnotami pro celé spektrum sluneční energie a údaji pro dílčí oblast viditelného světla:



Opatřeními na skle je možné tyto tři podíly (odraz, pohlcení a prostup) cíleně ovlivnit. Pokud se změní jeden podíl, má to vliv na oba zbývající. Jeden podíl je tedy možné i ovlivněním obou ostatních podílů zvýšit nebo snížit.

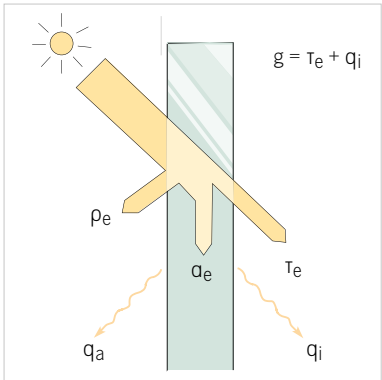
Možnosti k ovlivnění fyzikálních vlastností záření sklem

Podíl	Možnosti k ovlivnění tohoto podílu
Reflexe	■ Zvýšení reflexe speciálními vrstvami (protisluneční ochrana) ■ Snížení reflexe speciální interferenční optickou vrstvou (opatření protiodrazovou vrstvou)
Absorpce (+ emise)	■ Snížení absorpce použitím bílého skla ■ Zvýšení absorpce použitím zabarveného skla ■ Snížení emise speciálními vrstvami (low-E)
Prostup	■ Snížení prostupu zvýšením podílu odrazu a/nebo absorpce ■ Zvýšení prostupu snížením podílu odrazu a/nebo absorpce

3.3.4 Sluneční technické ukazatele skla

Světelné a sluneční ukazatele zasklení pro budovy se určují podle ustanovení normy DIN EN 410 a slouží jako základ pro světelné, topné a klimatické technické výpočty.

Vedle hodnoty U_g jako míry tepelné izolace je nejdůležitějším ukazatelem zasklení **celkový prostup energie (hodnota g)**. Ten je potřeba pro výpočet energetické bilance budov a udává, jaký podíl celkové dopadající sluneční energie se dostane do místnosti. Hodnota g se skládá ze dvou částí: z přímého prostupu záření (τ_e) a sekundární odvod tepla dovnitř (q_i).



Leží mezi 0 a 1. Hodnota g rovna 1 odpovídá propustnosti energie 100 %. Nepovrstvené jednoduché sklo má hodnotu g cca 0,85, tj. 85 % přijaté energie přichází přímou a nepřímou cestou do místnosti, zbytek je odražen, popř. pohlcen. Pro účely protisluneční ochrany by měla být hodnota g pokud možno nízká, pro solární zisky v zimě ale pokud možno vysoká.

Činitel prostupu tepla τ_v (také hodnota LT) udává, kolik procent viditelného podílu záření slunečního spektra je přenášeno zvenčí dovnitř. Závisí na tloušťce skla, složení skelné směsi a případně na povrstvení tabule. Podle DIN EN 410 je vztažen na citlivost lidského oka na světlo. Nepovrstvené sodno-vápenatokrémicité sklo má činitel prostupu světla cca 90 %.

Propustnost světla u skla má mimořádný význam: Přirozené denní světlo je nejen příjemnější pro oko než umělé osvětlení, denní světlo také ovlivňuje naši látkovou výměnu a je důležité pro růst pokojových rostlin. Dobré využití denního světla zasklenými plochami šetří energii. Neoslňující osvětlení denním světlem je významné také pro optimální uspořádání pracovišť.

Vedle jiných hodnot hraje určitou roli při výběru zasklení také **index reprodukce barev R_a** . Sluneční světlo se skládá z jednotlivých barevných oblastí vlnových délek, od červené přes oranžovou, žlutou, zelenou a modrou po fialovou a pouze v součtu se jeví jako bílé. Pokud oblasti vlnových délek v průhledu zevnitř ven různě propouštějí nebo v pohledu shora zvenčí neodrážejí rovnoměrně, mění to barevný dojem. To může ovlivnit estetický dojem a pohodlí v místnosti. Index reprodukce barev se podle DIN EN 410 měří normovaným zdrojem světla. Maximální hodnota pro úplně barevně neutrální reprodukci barev je 100. S dnešními povrstveními skla pro protisluneční a tepelnou ochranu je dosažitelná dobrá až velmi dobrá reprodukce barev. Skla se i přes povrstvení jeví maximálně jako barevně neutrální.

3.

3.

Ukazatel selektivity S označuje poměr činitele prostupu světla τ_v (také hodnota LT) k celkovému prostupu energie (hodnota g) a je to důležitý ukazatel pro protisluneční skla. Protisluneční zasklení by měla odblokovat co možná nejvíce celkové energie slunečního záření (nízká hodnota g), při přesto pokud možno vysoké světelné propustnosti (τ_v). Vysoký ukazatel selektivity znamená dobrou ochranu proti slunci a přesto hodně denního světla.

$$S = \frac{\tau_v}{g}$$

Faktor **b** (také **shading coefficient SC** nebo **střední faktor propustnosti**) je potřeba pro výpočet chladicího zatížení. Podle VDI 2078 označuje poměr celkového prostupu energie (hodnota g) posuzovaného zasklení k hodnotě g izolačního dvojskla bez povrstvení (0,80). Vysoký faktor b, jako např. 0,9, znamená nízký protisluneční účinek. Nízká hodnota, jako např. 0,3, udává dobrou protisluneční ochranu zasklení.

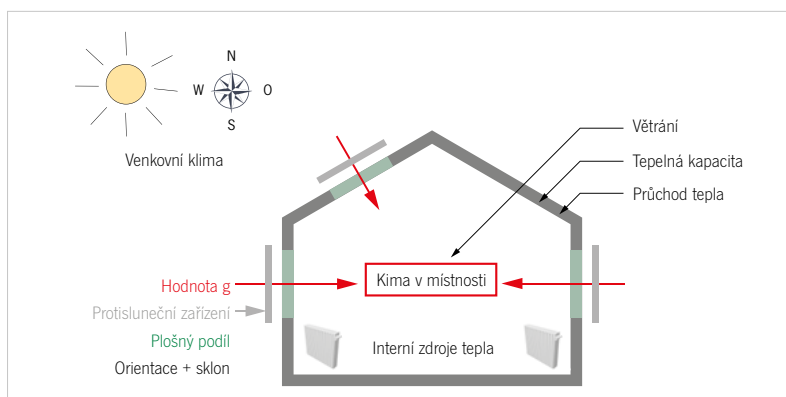
$$\text{Faktor } b = \frac{\text{Hodnota } g}{0,8}$$

U alternativního zjištění podle DIN EN 410 je hodnota g zasklení vztažena na 3 mm silné jednoduché sklo s 0,87.

3.3.5 Letní ochrana před teplem

Letní ochrana před teplem závisí na:

- Činitel prostupu celkové energie (hodnota g) transparentních vnějších stavebních dílů
- Protisluneční zařízení na transparentních vnějších stavebních dílech
- Orientace transparentních ploch směrem k nebi a sklon k vertikále
- Plošný podíl transparentních vnějších stavebních dílů na celém plášti budovy
- Druh a intenzita větrání prostor
- Tepelná kapacita, tj. schopnost ukládat teplo u stavebních dílů obklopujících místnost
- Tepelně vodivé vlastnosti netransparentních vnějších stavebních dílů
- Interní zdroje tepla



Zásadně jsou důležité následující stavebně fyzikální aspekty

1. Co je dobré proti chladu v zimě, pomůže také proti teplu v létě: V dobré termosce zůstávají horké nápoje teplé a studené nápoje dlouho chladné. Chladničky a mrazničky jsou dnes výborně izolované a tím mají velice energeticky účinný provoz. Klimatizovaná budova není nic jiného než velká chladnička. Dobře izolovaný tepelný plášť budovy pomáhá i v létě udržet horko venku. Proto hrají součinitele prostupu tepla stavebních dílů (stěny, stropy, okna, dveře) důležitou roli také v protisluneční ochraně.
2. Kromě přívodu tepla přes netransparentní plochy jsou rozhodující solární zisky přes skleněné plochy, které jsou v létě nežádoucí a mohou rychle vést k přehřátí prostor. Právě v létě má slunce v našich zeměpisných šířkách však podstatně vyšší intenzitu záření než v zimních měsících. Skleníkový efekt, žádoucí v zimě, se v létě stává horkou pastí. Důležitými veličinami jsou činitel prostupu celkové energie (hodnota g) skel a plošný podíl a orientace oken při zohlednění opatření na ochranu před sluncem.
3. Zahřátí prostor jedné budovy v důsledku slunečního záření a z interních zdrojů tepla (např. osvětlení, osoby) je tím nižší, čím více jsou stavební díly, které jsou v kontaktu se vzduchem v místnosti, schopné akumulace. Čím více tepla ze vzduchu v místnosti, přes den zahřátého, je možné předat stavebním tělesům, tím méně se místnost zahřívá. Akumulační hmoty tlumí kolísání teplot v průběhu dne. Přitom jsou účinné jen vrstvy stavebních dílů na straně v místnosti před vrstvami tepelné izolace. Vně ležící tepelné absorpční vrstvy a uvnitř ležící tepelné absorpční vrstvy mají zpravidla příznivý vliv na letní klima v místnosti.
4. Nejkritičtější orientace budovy není jih, ale kvůli níže stojícímu slunci západ. Zde je přenos slunce na základě přímého prostupu záření nejvyšší. Také skleněné plochy, které jsou orientované na východ bez sluneční ochrany, vedou v létě k přehřátí, protože se již ráno do místnosti dostává mnoho energie. Dokonce i u severní orientace fasád se mohou místnosti kvůli difúznímu (nepřímému) záření ještě zahřát.

3.



Pod protisluneční ochranou se rozumí všechna opatření, která snižují přísun energie v důsledku slunečního záření. To lze provést mnoha způsoby, také kombinací různých variant:

Nevariabilní protisluneční ochrana:

- Stavební uspořádání (převíslé střechy a balkony nad zaskleními orientovanými na jih)
- Protisluneční skla

Variabilní ochrana proti slunci:

- Ochranná zařízení proti slunci, nacházející se venku (okenice, rolety, vnější žaluzie, markýzy)
- Ochranná zařízení proti slunci, nacházející se uvnitř (žaluzie, závěsy, rolety)
- Ochranná zařízení proti slunci v meziskelním prostoru (žaluzie, rolety)
- Spínatelná zasklení

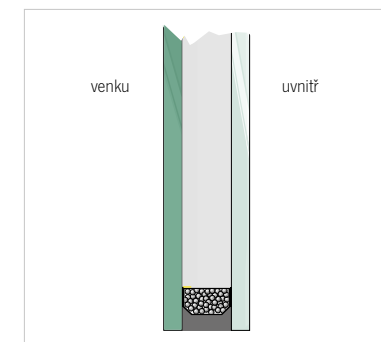
Nařízení o úsporách energie vyžaduje pro novostavby a pro energetickou sanaci užitných ploch větších než 50 m² prokázání dostatečné letní tepelné ochrany. Prokázání splnění minimálních požadavků musí být provedeno podle normy DIN 4108-2. V budovách nesmějí vznikat žádné neúnosné teplotní podmínky, které mají za následek strojní a energeticky intenzivní chladicí opatření. Proto musí být letní ochrana před teplem zahrnuta co možná nejdříve, již ve fázi projektování budovy. Konstrukční prvky jsou součástí architektonického plánování a nemohou být umístěny do hotové budovy nebo pouze se značnými náklady.

Protisluneční zasklení s vrstvami, které jsou vhodné speciálně pro tento účel, mohou přínos záření účinně snížit, aniž by bránily průhledu. „Ideální“ protisluneční vrstva by viditelné světlo (380 až 780 nm) kompletně nerušeně propouštěla a všechny ostatní oblasti kompletně odblokovala pomocí odrazu a absorpce, aby se docílilo nízkého přínosu energie. Selektivní vrstvy jsou pokusem, jak se tomuto cíli co možná nejvíce přiblížit. To je důležité pro úsporu umělého osvětlení a pro barevnou neutralitu. Ovšem i viditelná část slunečního záření obsahuje hodně energie. Proto má vždy podle individuálních okolností smysl minimálně částečně ořezat i toto záření.

Skla pro účely protisluneční ochrany jsou buď zbarvená nebo povrstvená nebo obojí.

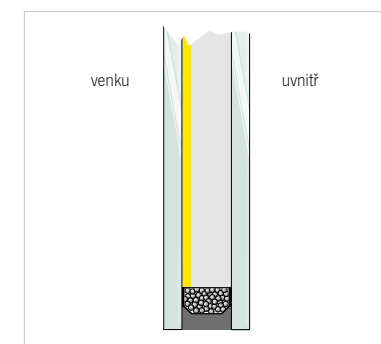
Zbarvené sklo

Protisluneční účinek zbarvených skel spočívá v absorpci záření. Přidáním oxidů kovů získává sklo barevné tónování. Tím se činitel absorpce záření zvýší na opravdu vysoké hodnoty. Zpravidla proto musejí být taková skla předpjatá. Předpnutím se zvyšuje odolnost vůči změnám teploty 40 K na 150 – 200 K.



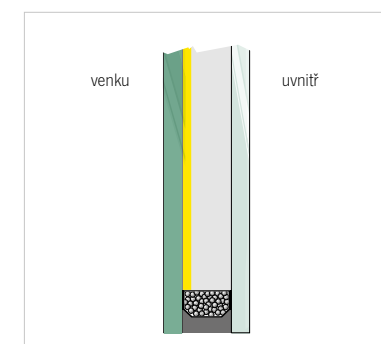
Povrstvené sklo

Povrstvená skla působí především tím, že vyzařovanou energii odrážejí směrem ven. Stupeň absorpce záření rozhoduje o tom, zda musí být sklo předpjaté.



Zbarvené a povrstvené sklo

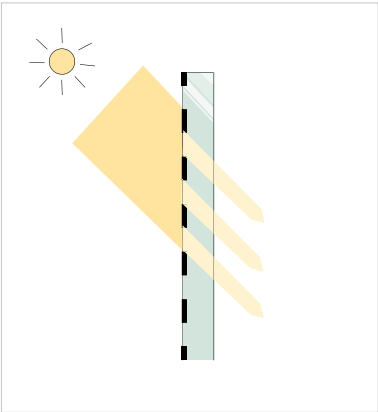
Působí jako absorpčně, tak reflexně. V normálním případě musí být předpjaté.



3.

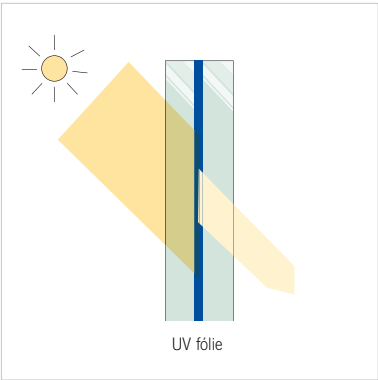
Potitěné sklo

Částečně neprůhledné plochy zasklení rovněž snižují propustnost záření, protože transparentní plocha pro sluneční záření je menší. Z intenzity potisku, tj. z poměru transparentní plochy k netransparentní, vyplývá ochrana proti slunci.



Vrstvené bezpečnostní sklo a propustnost UV

Protisluneční skla mají obecně sníženou propustnost UV v poměru k hodnotě g oproti sklům bez protisluneční ochrany. Pro zvýšenou UV ochranu se nabízí použití vrstveného bezpečnostního skla s fólií absorbující UV jako mezivrstvou, která téměř úplně redukuje podíl UV. Je ovšem třeba mít na paměti, že také záření ve viditelné oblasti může být fotochemicky účinné a např. může ovlivnit barvy vystaveného zboží ve výlohách. Toto vyblednutí může být způsobeno denním světlem, ale také umělým osvětlením.



3.

Vrstvené bezpečnostní sklo má kvůli PVB (polyvinylbutyral) fólii, která se nachází mezi 2 skleněnými tabulemi, silně snížený činitel propustnosti UV.

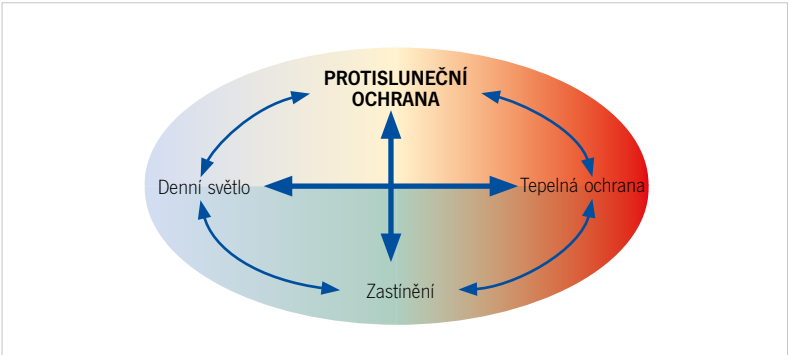
Proto není tento druh skel také vhodný pro skleníky. Kvůli chybějícímu podílu UV ve světle nemohou rostliny dlouho přežít (fotosyntéza).

Skladba	Činitel propustnosti UV podle DIN EN 410
2 x 4 mm float bez PVB fólie	43,3 %
2 x 4 mm float + 0,38 mm PVB	≤2,4 %
2 x 4 mm float + 0,76 mm PVB	≤0,5 %
2 x 4 mm float + 1,14 mm PVB	≤0,07 %
2 x 4 mm float + 1,52 mm PVB	≤0,02 %

Splnění částečně protichůdných požadavků na denní světlo, protisluneční ochranu, tepelnou ochranu a zastínění je pro projektanty náročný úkol.

Vývoj nezůstává stát, technologie zaměřené na budoucnost a komponenty by měly pomoci tyto částečně rozporné požadavky vyřešit. Zajímavé náznaky existují v mnoha oblastech

- Vysoce odrážlivé systémy žaluzií, které jsou integrované do izolačních zasklení
- Žaluzie a venkovní žaluzie s řízením světla
- Řídicí systémy začleněné do techniky budov
- Solární termická a fotovoltaická zařízení integrovaná do protisluneční ochrany
- Spínatelná zasklení (smart glazing)
- Smart materials – materiály, které se mohou na základě určitých vlivů měnit, jako např. textilie, membrány a fólie; ale také plasty, vrstvy a sendvičové systémy





3.4 ZVUK

3.4.1 Úvod

Vedle zraku je sluch pro naše vnímání a orientaci v prostředí enormně významný. To, zda je něco vnímáno jako příjemný zvuk nebo jako rušivý hluk, ovšem závisí na mnoha individuálních faktorech. Přesto platí hranice pro působení zvuku na člověka, které nesmějí být z důvodu ochrany zdraví překročeny. Přitom se jedná nejen o přímé poškození našeho sluchového orgánu, ale také o fyziologické a psychologické vlivy. Hluk má vliv na komfort a výkonnost, může vyvolávat značný stres, ovlivňuje oběhový systém a zvyšuje tak riziko srdečního infarktu. Hluk ruší procesy myšlení, brání komunikaci a ovlivňuje odpočinek.

Proto je protihluková ochrana jako úkol při projektování budovy důležitou kapitolou stavební fyziky. Stavební ochranou proti hluku má být zatížení hlukem v budovách sníženo. Přitom se jedná nejen o pronikání zvuku vnějšími stavebními díly, ale také o jeho další vedení uvnitř stavby.

V hustě osídlených městských oblastech žijí lidé těsně vedle sebe, ovlivnění všemi druhy dopravního hluku. Zvukově izolační okenní a fasádní konstrukce i zde umožňují příjemný, nerušený pobyt v obytných prostorech.

V této kapitole budou z komplexní oblasti ochrany proti hluku kromě základů šíření zvuku vysvětleny relevantní ukazatele pro sklo, okna a fasády a popsán princip účinku protihlukové ochrany se sklem.

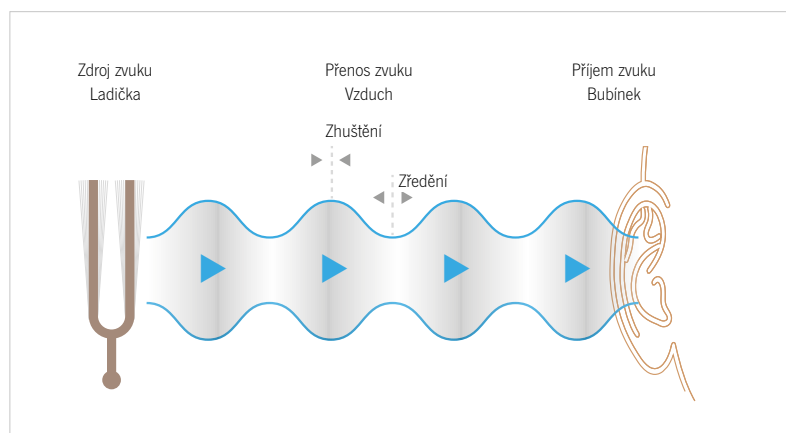
3.4.2 Šíření zvuku, druhy zvuku

Za rozdíl od elektromagnetických vln potřebují zvukové vlny ke svému šíření povinně médium. Ve vakuu není žádný zvuk. Zvuk je vytvářen mechanickým kmitáním. Ve vzduchu to je kolísání tlaku, které překrývá atmosférický tlak vzduchu. V plynech a kapalinách kmitají

tyto tlakové vlny ve směru svého šíření (podélné vlny), v pevných tělesech existují i jiné, komplikované tvary vln.

Rychlost šíření zvuku závisí na typu vlny a médiu. Ve vzduchu činí cca 343 m/s.

Zobrazení zvukové vlny s kolísáními tlaku vzduchu



Akustika je nauka o zvuku, která zkoumá veškeré aspekty jako vznik a vytváření, šíření, ovlivňování a analýzu zvuku. Dílčí oblast **stavební akustika** se zabývá protihlukovou ochranou budov. Cílem je ochrana pobytových prostor proti pronikajícím zvukům z jiných místností, ze zařízení techniky budovy a proti venkovnímu hluku. **Prostorová akustika** se naopak podle plánovaného použití stará o akustickou kvalitu místností, aby například optimálně probíhala mluvená komunikace v kancelářích nebo byly optimální doby dozvuku v koncertních sálech a ve sportovních zařízeních.

Zvuk, který se šíří ve vzduchu, se nazývá **vzdušný zvuk**, na rozdíl od **zvuku v pevném materiálu**, který je dále veden pevnými médii. Na površích stavebních dílů může být zvuk v pevném materiálu vyzařován jako vzdušný zvuk a naopak. **Kročejeový hluk** je zvuk v pevném materiálu, který vzniká chůzí v budovách. Šíření zvuku ve vzduchu je ve fyzikálně komplexních postupech ovlivňováno ohýbáním na překážkách nebo otvorech a odrazem na površích. Tak vznikají různé akustické efekty jako dozvuk v místnostech nebo ozvěna.

Dosáhne-li zvuková vlna k uchu, bubínek se rozkmitá a pomocí komplikovaných postupů vytváří sluch. Jeden jediný kmit s určitou **fre-**

kvencí dává jeden tón, přičemž frekvence označuje počet kmitů za sekundu, jednotkou je Hertz, $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$. Pro ladění nástrojů důležitý komorní tón a je stanoven na 440 Hz. Se zvýšením frekvence stoupá výška tónu. U určitých frekvenčních odstupů vznikají intervaly, jako např. oktávy u zdvojení, příp. rozpůlení frekvence, nebo tercie, kvarty a kvinty. Tyto intervaly hrají určitou roli při tvorbě harmonických zvuků. Překrytím více tónů vzniká jeden **zvuk**, mnoho vzájemně nesouvisejících tónů dává společně **hluk**.

Rozsah slyšitelnosti člověka sahá od 16 do 20 000 Hz, infrazvuk leží pod rozsahem slyšitelnosti člověka, ultrazvuk nad ním.

Hluk je definován jako nežádoucí slyšitelný zvuk, který může vést k poruchám, zatížením, ovlivněním nebo poškozením. Ovšem již různé záliby v hudebním vkusu jasně ukazují, že velice záleží na individuálním hodnocení vnímající osoby, zda bude zvuk vnímán jako rušivý hluk nebo potěší.

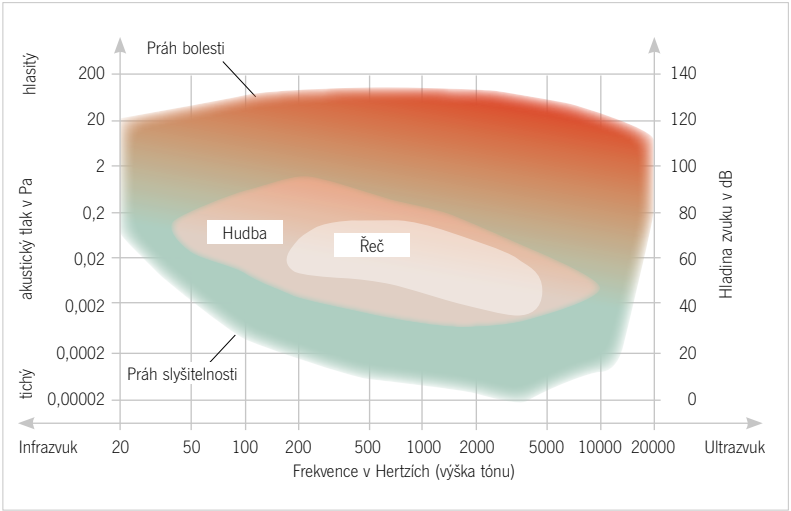
Jako **interference** se označuje překrývání vln, které se tak mohou vzájemně posilovat nebo oslabovat. Uměle vytvořenými, přesně protilehlými kmity (protizvuk) je možné zvuk dokonce anulovat. Pokud se dva překryté zvukové kmity svou frekvencí liší jen nepatrně, vede to k zesílení a opadnutí (zázně).

3.

Akustický tlak udává sílu na plochu, která je vykonávána kmitáním zvuku. Je to měřítko pro sílu zvukové události a určuje vnímatelnost. Lidské ucho může vnímat akustické tlaky mezi 0,00002 Pa do cca 200 Pa. Tato enormní šířka pásma přes 7 mocnin deseti ukazuje, že proces slyšení neprobíhá lineárně, ale dynamicky. Dvojitá hlasitost neznamená dvojitý akustický tlak, nýbrž několikanásobný. Proto se pro hodnocení hla-

sitosti volí logaritmická stupnice, která umožňuje názorné zobrazení. Logaritmickým přepočtem a vztahením na lidský práh slyšení se akustický tlak stává **hladinou akustického tlaku** (také zkráceně: hladina zvuku), který se udává v **decibelech (dB)** a popisuje sílu zvukové události. Lidský práh slyšení 0,00002 Pa je tak definován jako 0 dB, horní konec stupnice 200 Pa dává 140 dB.

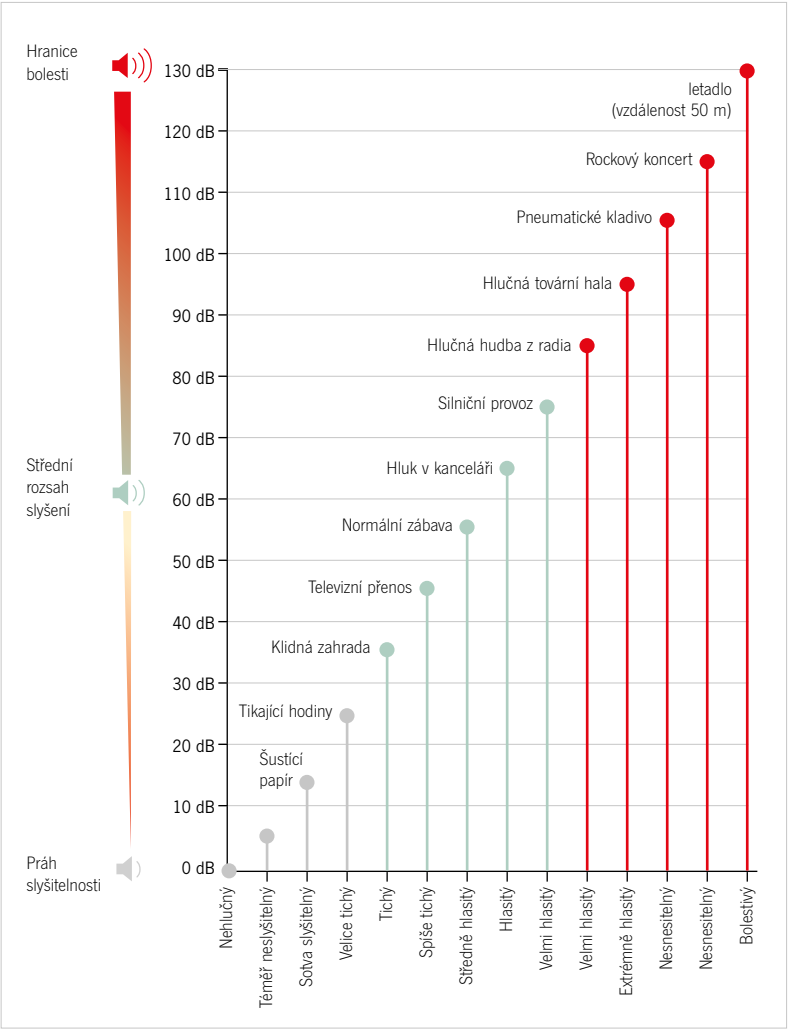
Oblast vnímání lidského ucha



(Zdroj: www.staedtebauliche-laermfibel.de)

Práh bolesti pro sluchovou událost leží na 120 až 130 dB. Tato velmi vysoká hladina akustického tlaku způsobuje i při krátkodobém působení poškození sluchu. Při delším působení je hranice pro poškození sluchu již na 85 dB.

Typické druhy hluku s jejich hlasitostí a subjektivním vnímáním:



3.

3.

3.4.3 Stavební akustika

Akustická emise označuje vysílání zvuku zdrojem zvuku, **imise zvuku** působení zvuku na jiném místě. Pro působení hluku stanovil zákonodárce podle oblasti mezní hodnoty imise.

Jako **protihluková ochrana** se označuje zejména ochrana před hlukem ze silnice, letiště a kolejové dopravy, stejně jako hluk z výrobní činnosti a hluk ze sousedství. Přitom se rozlišuje mezi aktivní a pasivní ochranou proti hluku: Aktivní ochrana proti hluku snižuje emisi hluku, jako např. izolace přístrojů proti kmitání, zákazy letu nebo tichý asfalt. Pasivní ochrana proti hluku snižuje působení

akustický tlak, protože citlivost sluchu směrem k okrajům lidského frekvenčního rozsahu slyšení klesá. Tento průběh vnímání zvuku, který je závislý na frekvenci, se zohlední při hodnocení pro hlasitost pomocí frekvenčních hodnoticích křivek.

Vyhodnocená hladina akustického tlaku se určí rozložením naměřeného spektra na úzká frekvenční pásma a vážením pásů s vnímáním. Celková hladina je součtem vážených dílčích hladin.

zvuku v místě imise. To se provádí především opatřeními pro zvukovou izolaci, s nimiž se snižuje šíření vzdušného zvuku a zvuku v pevném materiálu.

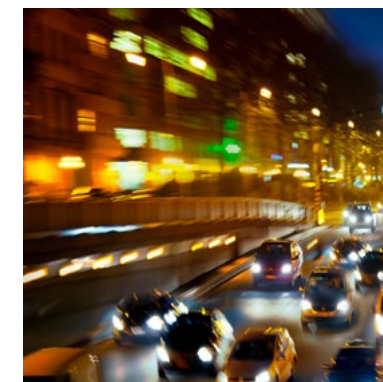
Zvukově izolační stavební díly snižují přenos zvuku pomocí dostatečně silných hmot stavebního dílu, vícevrstevnými konstrukcemi nebo konstrukčním stavebním oddělením, jako např. u tlumícího nátěru. Je-li zvuková izolace špatně provedená, ovlivňují výsledek zvukové mosty a neplánované otvory a mezery. Proto je pro pozdější účinnost zvukově izolujících stavebních dílů rozhodující nejen ukazatel stavebního dílu, ale vždy také kvalita zabudování.

Zkušebny pro měření stavebních dílů, jako např. zasklení nebo oken, jsou tvořeny dvěma sousedícími místnostmi, v jejichž přičce je zabudována zkoušený stavební díl o rozměrech 1,23 x 1,48 m. Přitom se příslušnými stavebními opatřeními zajistí, že se skutečně měří pouze přenos zvuku stavebním dílem samotným a nikoli navíc takzvaný boční přenos přes napojení stavebního dílu. Zvuk přicházející na stavební díl ve vysílajícím prostoru je přenášen do cílového prostoru tak, že se stavební díl rozkmitá a tyto kmity opět rozkmitají vzduch v cílovém prostoru.

Podle ustanovení normy DIN EN ISO 10140-2 pro měření vzduchové neprůzvučnosti se ve vysílacím prostoru vytváří po

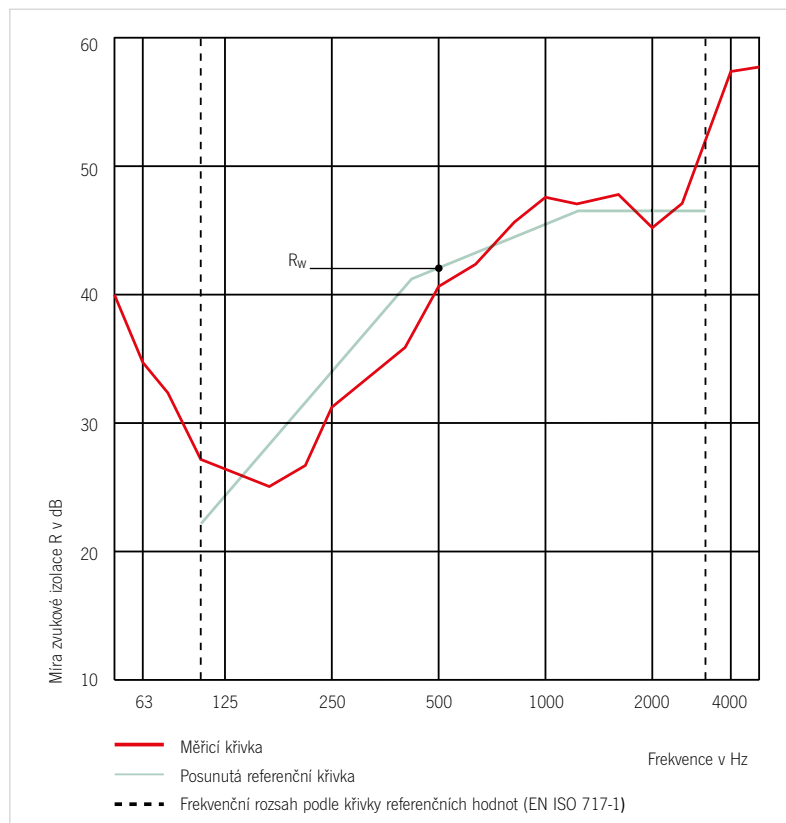
úsecích zvuk ve frekvenčním rozsahu od 100 do 5 000 Hz. Jak ve vysílacím prostoru, tak v cílovém prostoru se k tomu měří energeticky zprůměrované hladiny akustického tlaku a z nich se určí hodnota zvukové izolace R , závislá na frekvenci. Normovaným postupem se z tohoto spektra určí jedna jediná, reprezentativní číselná hodnota (jednotné číslo), **oceněná míra zvukové neprůzvučnosti R_w** . Podle DIN EN ISO 717-1 se k tomu normou stanovená referenční křivka posouvá vertikálně v krocích po 1 dB tak dlouho, až nevýhodné odchylky (křivka naměřených hodnot je pod referenční křivkou) v průměru nečiní více než 2 dB. R_w je pak ta hodnota, která se při 500 Hz odečte na ose y .

3.



3.

Příklad zvukově izolační křivky a určení vyhodnocené míry zvukové neprůzvučnosti R_w



Z vyhodnocené míry zvukové izolace R_w samotné nelze vyvodit žádné závěry ohledně zvukově izolačního chování při jednotlivých frekvencích. Podle situace se může hluk skládat z různých frekvenčních podílů, např. na křižovatce silnic s přijíždějícími nákladními vozy, kde se jedná o větší podíl hlubokých

frekvencí. V takových případech může být vhodné kromě jednočíselné hodnoty R_w posuzovat také křivku zvukové izolace v detailu. Stavební díly se stejnou hodnotou pro vyhodnocenou míru zvukové izolace se přesto mohou v jednotlivých frekvenčních rozsazích výrazně lišit.

U **vyhodnocené stavební míry zvukové izolace R'_w** („R-apostrof-w“) symbolizuje apostrof, že stavební díl byl měřen v zabudovaném stavu včetně všech vedlejších cest zvuku.

Aby se zohlednila různá frekvenční spektra např. obytných a dopravních hluků, byly zavedeny **faktory přizpůsobení spektru C a C_{tr}** . Ty označují hodnotu specifickou pro stavební díl v dB, která se musí připočítat k vyhodnocené míře zvukové izolace R_w , pro přizpůsobení určitým standardním situacím hluku. Faktor přizpůsobení C se týká méně hlubokých frekvencí jako je hluk z činností bydlení, provoz po kolejích střední a vysokou rychlostí, hluk ze škol a od hrajících si dětí. Faktor přizpůsobení C_{tr} slouží k posouzení situací hluku s velkými podíly hlubokých tónů, jako např. městská silniční doprava, provoz po kolejích nízkou rychlostí, hluk od letadel nebo hluk z diskoték. Číselné hodnoty C a C_{tr} se pohybují mezi 0 a -10 dB.

Zápis je například následující: R_w (C; C_{tr}) = 40 (-1; -5) dB. Tento stavební díl má zvukovou izolaci pro hluk od bydlení 40 dB - 1 dB = 39 dB a ohledně dopravního hluku 40 dB - 5 dB = 35 dB.

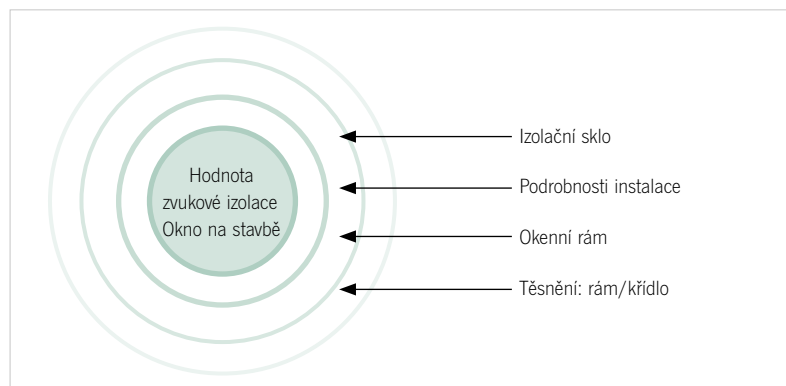
U jedno- nebo vícevrstevných stavebních dílů se vyskytují následující zvláštnosti:

- Přicházející vzdušný zvuk vytváří v deskách ohybovou vlnu, která mimo jiné závisí na pevnosti desky v ohybu. Pokud přitom dojde k rezonanci, tj. ke spolukmitání na frekvenci vzdušného zvuku, vede to ke zvýšenému prostupu hluku, příp. k charakteristickým propadům křivky zvukové izolace, takzvanému koincidenčnímu propadu. Koincidenční mezní frekvence je nejnižší frekvence, při které může dojít k tomuto přizpůsobení stopy.
- Dvou- nebo vícevrstvé stavební díly jako např. izolační dvojsklo působí jako jeden systém odpružené hmoty. Ze spojení obou tabulí s mezilehlou vrstvou plynu vyplývá další rezonanční frekvence, při níž se zvuková křivka propadá (viz také kapitulu 3.4.4 Zvuk a sklo).



3.

Vlivy na vyhodnocenou míru zvukové izolace okna na stavbě



Zvuková izolace složených stavebních dílů jako jsou okna je dána nejen izolačním sklem, ačkoli toto má se 70 až 80 % největší plošný podíl. Proto nesmí být zvuková izolace tabule izolačního skla stavěna na stejnou úroveň jako u celého okna. Zejména vysoké požadavky na zvukovou izolaci celého okna jsou dosažitelné pouze tehdy, když jsou všechny komponenty, tj. zasklení, okenní rám (materiál a rozměry), kování a počet uzávěrů a počet a druh těsnění drážky pečlivě vzájemně sladěné a napojení okna na stavební těleso je správně naplánované. Odborná montáž je v každém případě nezbytná. Kromě toho může být důležité vzít v úvahu montážní situaci: Ve vysokých budovách se směr dopadu zvuku ve vyšších poschodích liší od situace ve zkušebně. Při šikmém až pásovém dopadu je skutečná zvuková izolace nižší.

Pro další charakteristiky R_w , např. u složených stavebních dílů, při zohlednění přenosu zvuku přes boční stavební díly, při měření na

stavbě nebo při výpočtu potřebné míry zvukové izolace pro kombinaci vnější stěny a oken odkazujeme na aktuální znění normy DIN 4109. Tato norma definuje minimální požadavky v závislosti na druhu budovy a jejího užívání, z nichž vyplývají potřebné ukazatele stavebního dílu. Podle této normy se musí v Německu vést důkaz zvukové izolace pro plánovanou budovu. Pokud je požadován větší komfort zvýšenou zvukovou izolací, musí to stavebník stanovit již na začátku plánování.

Evropské nařízení o stavebních výrobcích EU-BauPVO č. 305/2011 v základních požadavcích na stavby pro zvukovou izolaci stanoví: „Stavba musí být navržena a provedena tak, aby hluk vnímaný jejími obyvateli nebo osobami v blízkosti byl udržován na takové hladině, která není zdraví ohrožující a při které jsou zajištěny uspokojivé podmínky pro noční klid, volný čas a práci.“

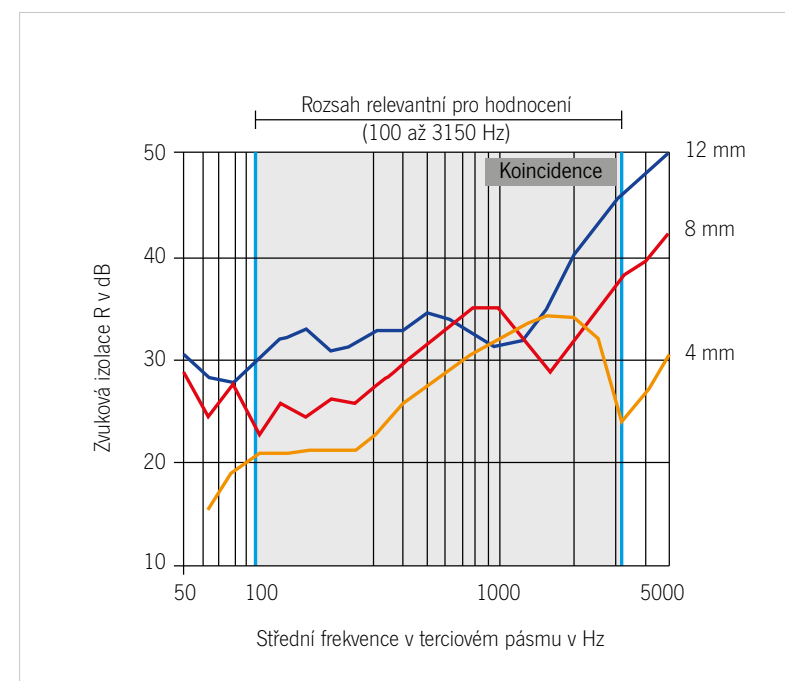
Zvuková izolace je službou projektanta!

3.4.4 Zvuk a sklo

Obecně pro zvukovou izolaci skleněných výrobků platí: **Jednoduché sklo** (monolitické tabule) má při stejné tloušťce nezávisle na druhu skla (float, ESG, TVG, ...) vždy stejnou míru zvukové izolace. Ornamentní sklo je

akusticky popsáno daty pro jednoduché sklo s nejbližší nižší tloušťkou (ornamentní sklo 6 mm = data pro jednoduché sklo v tloušťce 5 mm). Čím silnější je jednotlivá tabule, tím lepší je zvuková izolace.

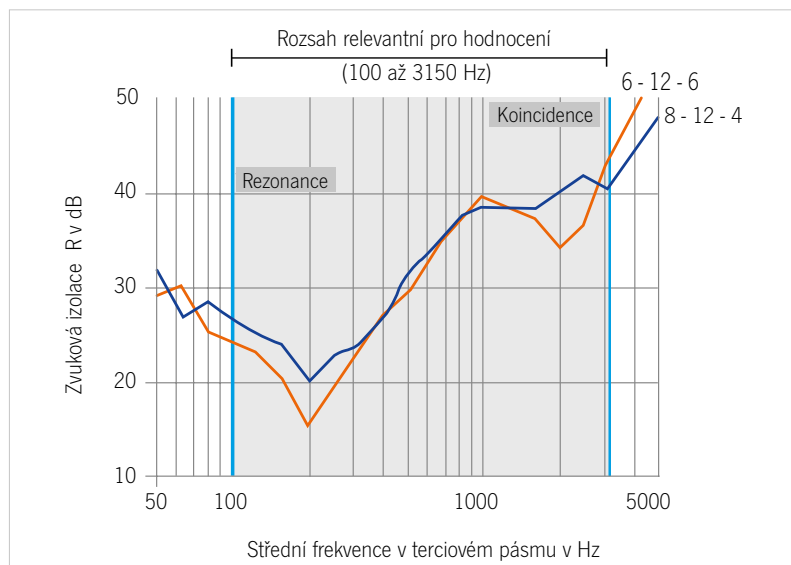
Křivky zvukové izolace pro tři různé tloušťky skla



Vrstvené sklo/vrstvené bezpečnostní sklo existuje pro použití jako zvukově izolační sklo také s vylepšenými zvukově izolačními vlastnostmi. K tomu se jako mezivrstvy používají měkké, elastické PVB fólie s izolačními protihlukovými vlastnostmi. Jelikož elasticita těchto vrstev závisí na teplotě, mohou nízké

teploty zvukovou izolaci ovlivnit. Proto by měla být taková vrstvená skla ve skladbě izolačních skel přednostně použita na teplé straně. Spojovací vrstvy z lící pryskyřice, které byly dříve používány pro zlepšení zvukové izolace, se dnes již prakticky nepoužívají.

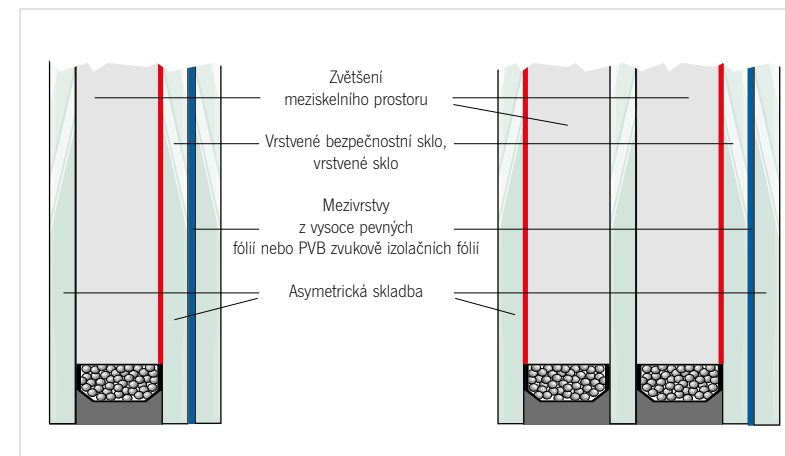
Srovnání symetrické skladby izolačního skla se skladbou nesymetrickou



Kromě použití VG/VSG se zvukově izolačními vlastnostmi může být zvuková izolace vícevrstvého izolačního skla ovlivněna dalšími faktory:

- Hmoty: Silnější tabule mají kvůli většímu množství tlumící hmoty lepší zvukovou izolaci než tenčí skla, mezní frekvence koincidence se posouvá k nižším hodnotám.
- Meziskelní prostor: Rovněž větší meziskelní prostor má příznivý vliv na míru zvukové izolace. Rezonance dvojitých tabulí se tak posouvá k hlubším frekvencím, což se pozitivně odráží na hodnocení. Ovšem je třeba mít na paměti, že změna meziskelního prostoru může také změnit tepelnou izolaci.
- Asymetrická skladba tabulí: Kombinace skel různých tloušťek má pozitivní vliv na zvukovou izolaci, protože pak se neshodují koincidenční mezní frekvence.
- Plynová náplň: Výplňové plyny argon a vzduch, které jsou dnes obvyklé, je z hlediska zvukové izolace třeba pokládat za rovnocenné. Těžší krypton může zvukovou izolaci zlepšit, ovšem je při vyšších frekvencích. V hlubší oblasti bude zvuková izolace u kryptonu snížena. Použití fluoridu sírového SF6 pro zvukově izolační skla bylo z důvodu extrémní škodlivosti pro klima zakázáno nařízením EU.

Vodivá zvukově izolační skla jsou především kombinací těchto opatření



3.4.5

Akustické ukazatele skla

Evropská norma DIN EN 12758 upravuje určení hodnot zvukové izolace pro všechny průhledné, průsvitné a neprůhledné výrobky ze skla, které jsou určeny pro použití v zasklených sestavách v budovách a které vykazují vlastnosti ochrany před hlukem buď jako hlavní cíl nebo jako doplňující charakteristiku. Zvuková izolace se uvádí v prohlášení o vlastnostech a označení CE. Norma obsahuje tabulku, z níž je možné zjistit standardizované hodnoty zvukové izolace.

Křivky zvukové izolace se určují podle DIN EN ISO 10140-2 a vyhodnocují se podle DIN EN ISO 717-1. Kromě toho norma DIN EN ISO 717-1 udává, jak musí být hodnota R_w uvedena (viz kapitolu 3.4.3).

Charakteristiky skla se vždy vztahují na zkušební normou stanovený formát 1,23 x 1,48 m. Jiné formáty tabule mohou hodnotu R_w změnit o 1 až 3 dB.

V zabudovaném stavu mění zvukově izolační vlastnosti vliv různých faktorů, které jsou již uvedené v kapitole 3.4.3.



3.5 ENERGETICKY ÚSPORNÉ STAVĚNÍ

3.5.1 Úvod

Celosvětové snižování spotřeby energie pro zmírnění klimatických změn je jednou z největších výzev pro lidstvo. Kromě mnoha dalších opatření se musí především snížit velká energetická náročnost budov při vytápění prostor, klimatizaci, výrobě teplé vody, náročnost na elektřinu, osvětlení atd. Kromě pouhé úspory energie se musí ve všech

oblastech spotřeby energie zlepšit účinnost jejího využívání a zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie. Jen tak je možné dosáhnout cílů ochrany klimatu.

V této kapitole budou představeny požadavky a základní principy energeticky úsporného stavění, vysvětlena důležitá role skla v této souvislosti.

3.

3.5.2 Požadavky na novostavby a stávající fond

S novým zněním od r. 2002 existující evropské směrnice o energetické účinnosti budov č. 2010/31/EU ze dne 19. května 2010 (EPBD = Energy Performance Building Directive) zpřísnila EU své požadavky na členské státy ohledně minimalizace spotřeby energie a ke zvýšení energetické účinnosti. Cílem je snížit energetickou závislost EU a zredukovat emise skleníkových plynů do roku 2020 oproti hodnotám z roku 1990 minimálně o 20 %, popř. do r. 2030 minimálně o 40 %. Tím by mělo být oteplování Země oproti hodnotám z předprůmyslové doby omezeno na maximálně 2 stupně.

V celé EU platí nízkooenergetický standard pro stavby budov ve veřejném sektoru již od roku 2019, pro všechny ostatní od r. 2021 u novostaveb. Tento standard sice není podrobně definován, ale přesto je jasné: Bez velice účinné izolovaného tepelného pláště budovy není možné ambiciózní klimatické cíle realizovat. Směrnice EPBD musí být ve všech zemích EU zavedena vnitrostátními naříze-

ními a tyto musejí být nejpозději každých 5 let kontrolovány. Přitom existují na úrovni jednotlivých států různé postupy.

V Německu probíhá zavádění směrnice EU stálou aktualizací nařízení o úsporách energie (EnEV). Naposledy byly k 1.1.2016 dále zpřísněny požadavky na primární energetické zdroje podle EnEV 2014. Oproti dosud platným ustanovením platí nyní pro novostavby o 25 % přísnější požadavky na spotřebu primární energie. Konkrétně byla hranice pro maximální přípustnou ztrátu transmisního tepla $H'T$ u obytných budov dále snížena o cca 20 % a u požadavků na plášť budovy pro novostavbu v nebytové výstavbě došlo rovněž ke zpřísnění o 20 %. Aktuálně mají být v Německu jako další krok spojeny zákony EnEV (=nařízení o úsporách energie), EnEG (=zákon o úsporách energie) a EEWärmeG (=zákon o výrobě tepla z obnovitelných zdrojů) do jednoho zákona, GEG =zákon o energetice budov (stav 2017).

3.

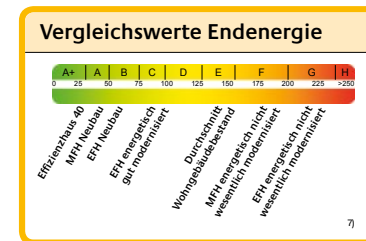
Prostřednictvím certifikace energetické náročnosti budov, který musí být od EnEV 2009 vystavován u novostaveb nebo v případě změny/rozšíření stávajících budov, se tak má zajistit větší transparentnost pro stavebníky, kupující nebo nájemce. Od EnEV 2014 platí i zde přísnější pravidla: Certifikát energetické náročnosti musí být bez vyzvání předložen kupujícím či nájemcům při prohlídce a po uzavření kupní nebo nájemní smlouvy jim musí být předán. Určité údaje z certifikátu energetické náročnosti musejí být povinně uváděny v informacích realit-

ních kanceláří. Zobrazení vypočtené energie nebo alternativně roční spotřeby koncové energie orientované na spotřebu bylo od r. 2014 navíc vybaveno třídami energetické účinnosti s nově odstupňovaným pásmovým měřítkem. Navíc se nyní v certifikátu uvádějí také doporučení pro modernizaci a uvádí se hodnota spotřeby primární energie. Každý certifikát má registrační číslo. Certifikát musí být vyvěšen v úředně používaných budovách s užitnou plochou více než 250 m² a v soukromých budovách se silným provozem veřejnosti od 500 m².

Certifikát energetické účinnosti pro obytnou budovu

Certifikát energetické účinnosti pro obytnou budovu, vlevo výkaz potřeby, vpravo výkaz spotřeby. Zdroj: dena

Energeticky účinné nemovitosti by měly být atraktivnější, protože prostřednictvím energetického certifikátu je zřejmá energetická kvalita budovy.



Srovnávací hodnoty spotřeby koncové energie z certifikátu energetické náročnosti obytných budov s třídami účinnosti H až A+. Červená oblast pásmového měřítka nyní začíná již na > 250 kWh/m²a a nikoli jako dosud až na ≥ 400 kWh/m²a.

Zdroj: dena

3.

Ukazatele pro sklo, okna a fasády, které byly představené v předchozích podkapitolách, se zahrnou do celkové bilance budovy, kterou musí vypracovat projektant. Na základě tohoto plánování se pak v zadání stanoví požadované ukazatele stavebních dílů.

Podle EnEV neexistují v Německu pro novostavbu obytných budov žádné jednotlivé požadavky na různé stavební díly tepelného pláště budovy. Podle ustanovení nařízení o úsporách energie musí být podle typu budovy pro celý plášť budovy přenášející teplo dodržena určitá maximální hodnota ztráty transmisního tepla H_T.

Při sanaci nebo rozšíření budov jsou pro stavební díly stanoveny mezní hodnoty, které nesmějí být překročeny.

Řada norem DIN 4108 „Tepelná izolace v pozemním stavitelství“ podrobně popisuje požadavky na tepelnou izolaci budovy. Uvádí ustanovení pro zimní a letní tepelnou izolaci, která zahrnuje také ochranu před vlhkostí a koncepci větrání. Střednědobě bude na-

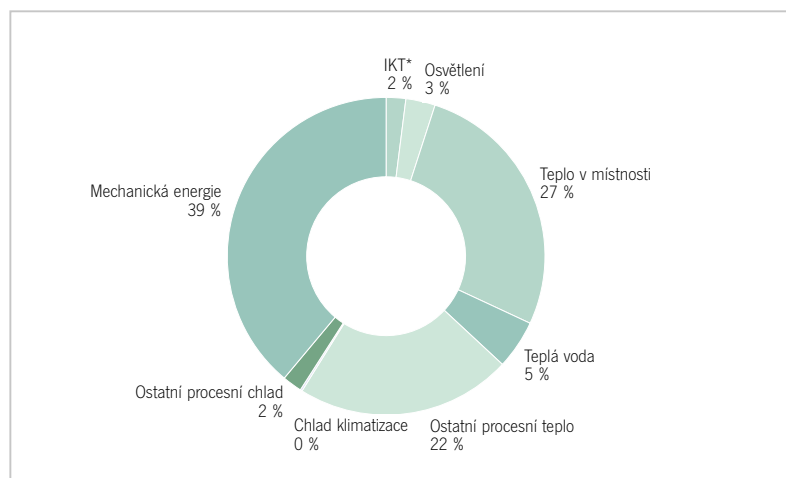
hazena novou řadou norem DIN V 18599 „Energetické hodnocení budov – výpočet užité, koncové a primární potřeby energie na topení, chlazení, větrání, teplou pitnou vodu a osvětlení“ (stav 2017). DIN V 18599 se zabývá kompletní energetickou bilancí budov. Povoluje posouzení všech množství energií, která jsou potřeba k topení, chlazení, přípravě teplé vody, úpravě vzduchu v místnosti a osvětlení budov. Přitom norma zohledňuje také vzájemné ovlivňování proudů energie z techniky budovy a zařízení. Norma platí pro posouzení celkové energetické účinnosti obytné a nebytové budovy, u novostavby i stávajícího fondu.

„Požadovat a podporovat“ – pod tímto heslem existuje navíc k požadavkům směrnice EPBD pro energeticky úsporné stavění v členských zemích EU také podpora. Částečně se tak děje prostřednictvím daňových pobídek, částečně jsou nabízeny výhodné podmínky financování a příspěvky, jako např. v Německu s programy KfW při výrazném nedosažení příslušných platných minimálních požadavků podle EnEV.

40 % konečné energie je v EU spotřebováno v budovách a cca 75 % fondu budov jsou vše jiné než energeticky úsporné. Podle členského státu je ovšem ročně sanováno jen 0,4 až 1,2 procenta tohoto fondu. Proto Evropská komise pracuje na rozšíření Směrnice o energetické náročnosti budov (EPBD) s hlavním cílem podstatně zvýšit procento sanací

a podporovat takzvané smart technologie pro účinné využívání budov (stav 2017).

Jak ukazuje zobrazení spotřeby energie podle oblastí použití v Německu za rok 2015, z celkové spotřeby bylo cca 27 % použito na výrobu tepla v místnosti:



* Spotřeba proudu na informační a komunikační technologie

Zdroj: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen – Pracovní sdružení energetické bilance (AGEB)

V plánu ochrany klimatu 2050, který schválila německá spolková vláda v listopadu 2016, jsou cíle, které směrnice EPBD stanoví do roku 2030, dále rozpracovány do roku 2050. Plán má dát pro všechny oblasti obsahovou orientaci, aby mohla být dlouhodobě pro Německo do roku 2050 dosažena pokročilá neutralita co se týče skleníkových plynů. Proto musejí být emise skleníkových plynů v porovnání s rokem 1990 do roku 2030 sníženy minimálně o 55 % a do roku 2050 o 80 až 95 %.

V současnosti jsou ovšem emise na obyvatele v Německu ještě nad průměrem EU, příp. výrazně nad celosvětovým průměrem. V oblasti budov je stanoven dlouhodobý plán pro téměř klimaticky neutrální fond budov. Podstatný je přitom další postupný vývoj energetického standardu pro novostavby a fond při rozsáhlých sanacích. Kromě toho by měly být podporovány především takové topné systémy, které vycházejí z obnovitelných zdrojů energie.

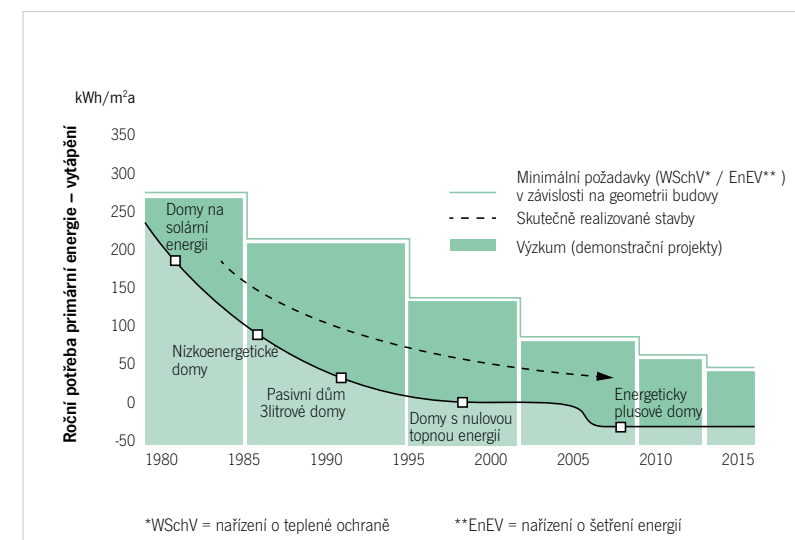
3.5.3 Vývoj energeticky úsporného stavění

Vlivem šoku z první ropné krize v r. 1973 vzniklo ve Spolkové republice Německo první nařízení o tepelné ochraně budov (WSchutzVO), které vstoupilo v platnost v r. 1977. Po druhé ropné krizi v r. 1979 byla úroveň izolace zpřísněna 2. (1982) a poté 3. nařízením o tepelné ochraně budov (1995). S prvním nařízením o úsporách energie (EnEV) byly v roce 2002 poprvé společně posuzovány stavební a topenářské požadavky na budovu jak pro stávající fond, tak pro novostavby. Obě dosud oddělená na-

řízení o tepelné ochraně budov a o topných zařízeních byla spojena v EnEV 2002. Od té doby jsou požadavky v mnoha stupních stále zpřísněny a tento vývoj trvá dodnes (viz kapitola 3.5.2 Požadavky na novostavby a stávající fond).

Je v povaze věci, že se stále přesnějším posuzováním souvislostí stoupá také komplexnost. Projektování energeticky účinných komfortních budov je náročný úkol, který vyžaduje odborné znalosti z mnoha oblastí.

3.5.4 Vývoj energeticky úsporného stavění v Německu na příkladu obytných budov



*WSchV = nařízení o tepelné ochraně

**EnEV = nařízení o šetření energii

Podle Fraunhoferova institutu pro stavební fyziku

Na základě zákonných požadavků se vyvíjely stále nové stavební standardy, často také s cílem výrazně nedosáhnout minimálních požadavků.

3.

Nizkoenergetický dům byl nařízením o úsporách energie 2002 (EnEV) zaveden jako stavební standard pro novostavby. V závislosti na stupni kompaktnosti (poměr A/V) byly omezeny specifická ztráta transmisního tepla H_T budovy a potřeba primární energie, což vedlo k roční potřebě topného tepla od 75 do 35 kWh/m²a.

Obvykle se roční potřeba topného tepla udává v kilowatt hodinách na m² a rok. Přitom 1 kWh/m²a přibližně odpovídá ekvivalentu topného oleje 0,1 l/m²a příp. ekvivalentu zemního plynu cca 10,7 m³/m²a.

Z toho vznikl na Fraunhoferově institutu pro stavební fyziku pojem **3litrový dům**, z přepočtu potřeby energie velice dobrého nizkoenergetického domu 30 kWh/m²a porovnáním s auty názorný údaj 3 litry za m² a rok.

Stavební standard **pasivní dům** se zabývá nejen dalším snižováním spotřeby energie, ale představuje logickou celkovou koncepci. Definice zní: „Pasivní dům je budova, kde je možné zajistit tepelnou pohodu (ISO 7730) jen dohříváním nebo ochlazováním proudu čerstvého vzduchu, který je potřeba pro dostatečnou kvalitu vzduchu (DIN 1946), aniž by k tomu byl navíc potřeba cirkulující vzduch.“ Domy se nazývají „pasivní“, protože převážná část potřeby tepla je pokrývána z „pasivních“ zdrojů jako je sluneční záření a odpadní teplo osob a technických přístrojů. Zbývající roční potřeba topné energie činí ≤ 15 kWh/m² (1,5litrový dům). To je možné jen tehdy, když jsou tepelné ztráty díky výborně utěsněnému plášti budovy mimořádně nízké. Tento stavební standard již na konci 90. let spustil další vývoj okenních systémů s vysoce tepelně izolujícími profily ráků a trojitým zasklením s hodnotami U_w pod 0,8 W/m²K. Stavební standard pasivní dům není omezen na jeden určitý typ budovy. Je možné ho dosáhnout také energetickou sanací budovy.

Velmi nizkoenergetický dům, který se má podle směrnice EPBD stát od roku 2021 v celé EU standardem pro novostavby, je tak označován jako téměř nulový dům. Přitom se jedná o budovu, která vykazuje velmi vysokou celkovou energetickou účinnost. Téměř nulová nebo velice nízká potřeba energie by měla být z naprosto významné části pokryta energií z obnovitelných zdrojů. Jednotlivé členské země jsou samy odpovědné za to, aby definovaly minimální požadavky na tento stavební standard při zohlednění jejich klimatických a lokálních podmínek a efektivity nákladů. Dá se předpokládat, že potřeba energie velmi nizkoenergetického domu v Německu bude někde mezi pasivním domem a domem s nulovou topnou energií.

Energetického standardu **nulového energetického domu** je dosaženo, když je externí odběr energie budovy v ročním průměru vy-

vážen vlastní výrobou energie (např. pomocí solárních zařízení atd.). Vedle pasivní rekuperace tepla, kterou má již pasivní dům, k tomu přistupují solární zařízení pro přípravu teplé vody a výrobu proudu, která kompenzují externí dodávky energií. Pokud je vyrobeno více energie, než dům sám spotřebuje, je energetická bilance pozitivní, přebytečnou energii je možné u **plusového energetického domu** dodávat do sítě. Pokud budova dokonce neodebírá žádnou externí energii, ale kompletně se sama zásobuje, je energeticky soběstačná.

Všechny koncepce budovy pro energeticky úsporné stavění mají od 3litrového domu, příp. pasivního domu vysoce tepelně izolační okna s izolačním trojsklem a tepelně vylepšeným okrajovým spojem jako celek.

3.



3.5.5 Energeticky úsporné stavění a sklo

Asi žádná jiná stavební látka nemůže vykázat tak prudký a pozitivní vývoj jako sklo. Zatímco jednoduchá tabule ještě měla hodnotu U_g 5,8 W/m² K a tedy téměř žádný izolační účinek, vynálezem hermeticky uzavřeného vícevrstvého izolačního skla v roce 1959 se stalo vzduchem plněné nepovrstvené izolační dvojsklo standardním výrobkem až do 90. let. S těmito prvními izolačními skly se sice ztrácela asi polovina energie oproti jednoduchým sklům, ale jejich tepelná izolace byla z dnešního hlediska s $U_g = 3,0$ W/m²K ještě poměrně skrovná. Ačkoli s vývojem vrstev na skle byly i dříve k dispozici vylepšené výrobky, až 3. nařízení o tepelné ochraně přineslo v roce 1995 rozhodující průlom. Tak začalo vítězné tažení povrstvených plynem plněných vícevrstevných izolačních skel. V dnes obvyklém třítábulovém provedení dosahují moderní zasklení bez problémů hodnot U_g od 0,7 do 0,5 W/m²K. Bez této tepelné izolace transparentních ploch by energeticky úsporné stavění bylo jen těžko možné. V průběhu několika málo desetiletí se hodnota U_g zasklení snížila o celé mocniny deseti, tj. na méně než jednu desetinu hodnoty jednoduchého skla.

Při energetickém posuzování budov získávají prosklené plochy stále větší význam. Na rozdíl od netransparentních stavebních dílů se okny a fasádami nejen neztrácí topné teplo, ale díky solárním ziskům zasklené plochy podstatně přispívají k pozitivní energetické bilanci. Podle kvality a orientace se skleněné tabule stávají čistými dodavateli energie tím, že zadržují bezplatnou sluneční energii v budově. Proto může vysoký činitel prostupu celkové energie zasklení podstatně snížit roční spotřebu primární energie. To zdívo neumí.

Tepelné ztráty v zimě se za pomoci správných skel snižují stejně jako přehřátí v létě. Kromě toho transparentní plochy přivádějí bezplatné denní světlo hluboko do místností a šetří tak i energii na umělé osvětlení. Sklo tvoří styčný bod mezi vnitřním a vnějším světem a má rozhodující význam pro atmosféru v místnostech a pohodu uživatelů budov. Svými mnoha pozitivními vlastnostmi zajišťuje sklo větší pohodu a komfort bydlení a ovlivňuje tak rozhodujícím způsobem kvalitu užívání budov.

Již léta trvající trend ke stále větším podílům skla pro světlo, světle zalitou budovu ovšem může pokračovat jen tehdy, pokud jsou tyto zasklené plochy provedeny s odpovídající vysokou tepelnou izolací a zároveň se pomocí inteligentních opatření brání letnímu přehřátí. Aby multifunkční skla mohla inteligentně spolupracovat s okenní a fasádní technikou, automatikou, vzduchotechnikou a klimatizací, musejí být charakteristiky optimálně sladěny s plánovanou budovou. Proto budou dále stoupat nejen požadavky na skla, ale také na odborné znalosti a projektantské schopnosti pro dimenzování transparentních ploch.

Sklo jako multifunkční stavební díl budovy hraje enormně důležitou roli pro

- tepelnou izolaci
- získávání energie
- protisluneční ochranu
- ochranu proti hluku
- využití denního světla
- utváření a estetiku

Podle přání umožňuje sklo výhled nebo pohled. Sklo vytváří spojení s vnějším světem a zároveň chrání před povětrnostními vlivy. Sklo umožňuje velkolepé výhledy i pro energeticky úsporné stavění!

Pro energeticky úsporné stavění se musejí více používat již existující technické možnosti jako vysoce izolující izolační trojskla s vylepšeným okrajovým spojem, vybavená jako multifunkční skla pro nejrůznější požadavky. Kromě toho je možné v oblasti fasády díky její dvouvrstvosti optimálně využít ochranného účinku skla a vytvářet dále vylepšenou tepelnou izolaci, dodatečnou ochranu proti hluku a prostor pro systémy zastínění.





4. Aplikační technika

Stavět se sklem je stále náročnější. Nejen rozměry tabulí v mezidobí dosáhly rozměrů, které byly ještě před pár lety nemyslitelné, také oblast použití pro sklo celkově se rozrostla. Sklo nyní přebírá dokonce statické funkce v dříve neznámých použitích, jako např. u lepených zasklení v okenním rámu (direct glazing).

Pro rozmanité druhy použití jsou třeba podrobné znalosti toho, co se s jednotlivými druhy skla může a smí dělat. Dimenzování skleněných tabulí musí ladit s plánovaným použitím (viz kapitulu 4.1).

Při všech použitích relevantních pro bezpečnost platí: Pokud se sklo přece jen rozbije, nesmí dojít k újmě na zdraví nebo ke ztrátě života. Sklo ale také může aktivně pomáhat chránit náš majetek před vloupáním a krádeží a při útocích všeho druhu chránit život.

V souvislosti se sklem se proto rozlišují dva aspekty bezpečnosti:

- Pasivní bezpečnost = ochrana před sklem (safety): Pokud dojde k rozbití skla, měli by lidé být chráněni před zraněním způsobeným sklem (viz kapitulu 4.2).
- Aktivní bezpečnost = ochrana pomocí skla (security). Sklo má chránit před prolomením nebo vylomením, před útokem na zdraví a život střelbou nebo výbušninami a v případě požáru před ohněm (viz kapitulu 4.3 a 4.4).

Zasklení mohou podle druhu a provedení přebírat také obě bezpečnostní funkce, tj. pasivní i aktivní ochranu.

Tato kapitola je náhledem do možností použití skla. V žádném případě nenahrazuje prostudování relevantních norem a směrnic a jejich dodržování, nýbrž by měla být chápána jako úvod do rozmanitých a vzrušujících použití skla.

Pro informace o výrobě, vlastnostech, možnostech zpracování a použití těchto a jiných skleněných výrobků odkazujeme na kapitulu 2.



4.1 DIMENZOVÁNÍ SKLA PŘI POUŽITÍ

4.1.1 Úvod

Stavby mají být zásadně s přiměřenou spolehlivostí bezpečné proti selhání a po plánovanou dobu zajišťovat plánované použití, i při zohlednění ekonomických hledisek. Všechny konstrukce ze skla a se sklem proto musejí být navrženy a provedeny tak, aby po dobu svého používání spolehlivě odolaly předvídatelným vlivům a zůstaly způsobilé k používání.

Vlastnosti skla, tloušťky tabulí a jejich rozměry a skladby zasklení musejí být správně definovány za pomoci objektivních kritérií. Nejprve se zjistí požadavky a poté se stanoví zatížitelnost stavebního dílu. To se v inženýrství označuje jako vyměření nebo dimenzování.

V minulosti se skleněné tabule dimenzovaly podle Technických pravidel DIBt (Německý institut pro stavební techniku):

TRLV: Technická pravidla pro použití
liniově uloženého zasklení

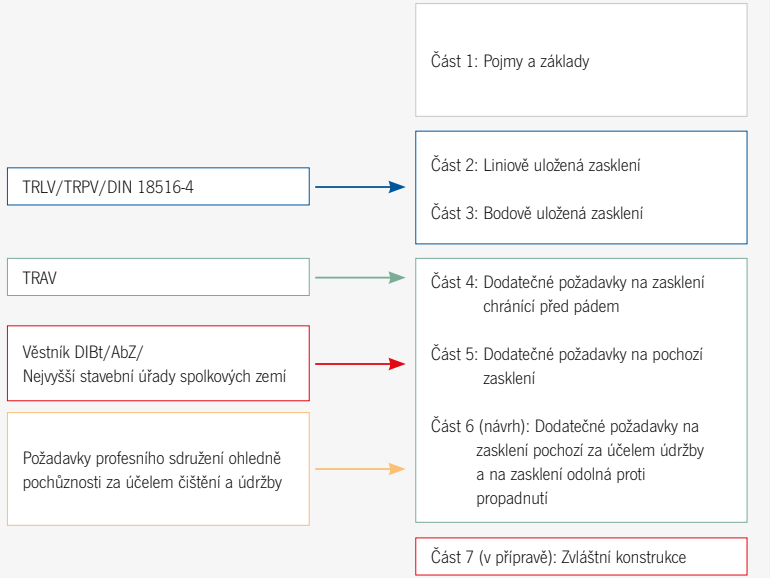
TRPV: Technická pravidla pro bodově
uložená zasklení

TRAV: Technická pravidla pro zasklení
chránící proti pádu

Ovšem pro stoupající nároky a nová použití již tato pravidla nestačila. Bylo třeba dosavadní pravidla a normy přizpůsobit aktuálním požadavkům a vytvořit obecně platnou a klíčovou normu pro dimenzování skla. Tak v Německu na základě dlouholeté práce vznikla **řada norem DIN 18008 „Sklo ve stavebnictví – návrhová a konstrukční pravidla“**, která bude v konečné verzi tvořena celkem 7 částmi.

Do r. 2015

**Řada norem DIN 18008
Sklo ve stavebnictví – návrhová
a konstrukční pravidla**



Aktuální stav pravidel pro návrhy a konstrukci stavebních výrobků se sklem v Německu (údaje na základě Věstníku BF 019/2015, směrnice pro dimenzování skla dle DIN 18008)

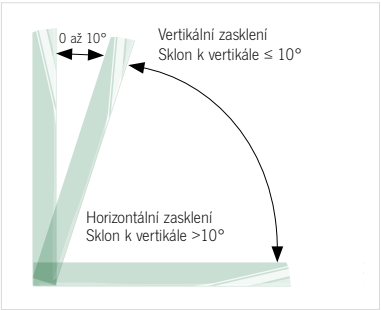
Části 1 a 2 byly zveřejněny v roce 2010, části 3 až 5 následovaly v roce 2013. Těchto pět částí bylo mezitím v Německu zavedeno ve všech spolkových zemích stavebními dohledy a nahradilo tak dosavadní technická pravidla. Část 6 byla zveřejněna v roce 2015 jako návrh, část 7 je ještě v přípravě (stav 12/2017).

V mezidobí byly části 1 a 2 přepracovány a měly by být zveřejněny počátkem roku 2018 jako návrhy normy (E DIN 18008-1 a E DIN 18008-2). Na nejdůležitější novinky upozorňujeme v této kapitole (stav 12/2017).

Zeleně zvýrazněné texty byly při redakční uzávěrce ještě ve stadiu konceptu.

4.1.2 Přehled DIN 18008 Sklo ve stavebnictví – návrhová a konstrukční pravidla

Část 1 normy DIN 18008-1 je základem pro všechny další části normy a uvádí pravidla pro navrhování a konstrukci a zadání pro zkušební technické důkazy. Tato část normy není omezena na výplňová zasklení, ale byla vytvořena tak, že je použitelná i pro zvláštní konstrukce plánované části 7. Kromě toho je možné v případě potřeby zařadit ještě další části normy. Části normy 2 až 6 (popř. později až 7) platí vždy ve spojení s částí 1.



Definice horizontálního/vertikálního zasklení podle DIN 18008

Označení	Význam
Vertikální zasklení	Sklon $\leq 10^\circ$ k vertikále
Horizontální zasklení	Sklon $> 10^\circ$ k vertikále
Zasklení nad hlavou	Horizontální zasklení s průchozím prostorem/přístupnost pro osoby pod zasklením
Výplňová skleněná tabule	Skleněná tabule, která podle plánu snáší pouze namáhání dané její vlastní hmotností a na ni připadající příčná zatížení (vitr, snih atd.) a případně zatížení ledem a klimatickou zátěží
Jednoduché sklo	Skladba skla z jedné monolitické skleněné tabule nebo z více tabulí spojených do vrstveného skla (VG) nebo vrstveného bezpečnostního skla (VSG)
Vícevrstvé izolační sklo (MIG)	Skladba skla z několika jednoduchých skel, která jsou oddělena jedním nebo několika meziskelními prostory
Zbytková nosnost	Schopnost konstrukce zasklení zůstat po dostatečnou dobu stabilní/nosná v případě určeného stavu zničení za definovaných vnějších vlivů (zatížení, teplota atd.)
Bezpečné chování při lomu	To nastává tehdy, když úlomky drží pohromadě a nerozpadají se, nebo když dojde k rozpadu na velký počet malých úlomků. Chování skla při lomu je pokládáno za bezpečné, pokud sklo splňuje normy pro bezpečnostní sklo, např. pro jednoduché bezpečnostní sklo (ESG) DIN EN 12150 a DIN EN 14179 a pro vrstvené bezpečnostní sklo (VSG) DIN EN 14449. Drátosklo nevykazuje bezpečné chování při lomu.
Pochozí zasklení	Zasklení s výhradně plánovaným pohybem osob při běžném používání a svislým užitečným zatížením max. 5 kN/m ²
Zasklení pochozí za účelem údržby	Zasklení, na která je možné vstupovat jen za účelem údržby
Zasklení odolné proti propadnutí	Zasklení, na která není možné na základě konstrukčních podmínek vstupovat, ale leží v blízkosti pochozích zasklení

Členění DIN 18008

Část normy	Podstatný obsah
Část 1: Pojmy a obecné základy	Část 1 tvoří s pravidly pro navrhování a konstrukci a ustanoveními pro potřebné zkušební technické důkazy základ pro všechny další části normy. Část 1 není omezena na výplňové zasklení. Vysvětluje bezpečnostní koncepci, pojednává o působení a zjišťování napětí a deformací a důkazech nosnosti, použitelnosti a zbytkové nosnosti. Kromě toho jsou zde obsažena zatížení pro vícevrstvé izolační sklo, vč. kombinací účinků a obecné konstrukční zásady, např. pro tloušťky skla, pro uložení skla a ke zvláštnostem při vrtání skla. Požadavky na přídržnou konstrukci (přídržná lišta skla, nosná konstrukce, upevnění k budově) nejsou součástí této normy.
Část 2: Liniově uložená zasklení	Oblast použití: Rovná, výplňová zasklení, která jsou minimálně na dvou protilehlých stranách rovně a průběžně liniově uložena za pomoci mechanických spojovacích prostředků (např. sešroubované přitlačné lišty). Podle sklonu instalace jsou uvedeny přípustné druhy a skladby skla, aby se minimalizovalo riziko ohrožení při neplánovaném rozbití skla. Pro všestranně liniově uložená rovná pravoúhlá dvojitá izolační skla je v příloze uvedena aproximační metoda pro zjištění klimatického namáhání. Pro všechna ostatní skla je třeba použít literaturu nebo vhodný software.
Část 3: Bodově uložená zasklení	Oblast použití: Rovná, výplňová zasklení, která jsou uložena bodově. Rozlišují se dva druhy bodových držáků, přičemž všechny skleněné tabule musejí být uloženy výhradně pomocí mechanických držáků s tvarovým stykem: ■ Taliřové držáky: vedené skrz válcové (nikoli konické) otvory vyvrtané ve skle, celá tloušťka skla po celém obvodu ■ Svorkové držáky: umístěné bez vrtaných otvorů na okraji nebo v rohu Podle sklonu instalace a druhu uložení jsou pro minimalizaci rizika ohrožení stanoveny přípustné druhy skla.

Část normy	Podstatný obsah
Část 4: Dodatečné požadavky na zasklení chránící proti pádu	Oblast použití: Vertikální zasklení a horizontální zasklení nakloněná na stranu působení, která chrání osoby v průchozích prostorech proti bočnímu pádu. Podle druhu konstrukce se rozlišují tři kategorie zasklení (A, B a C).
Část 5: Dodatečné požadavky na pochozí zasklení	Oblast použití: Pochozí zasklení s výhradně plánovaným pohybem osob při běžném používání a svislém užitečném zatížení maximálně 5 kN/m², jako jsou např. schody, podesty, lávky a kryty světlíků. Pro zasklení, přes která se má jezdit, která jsou vystavena vysokým trvalým zatížením nebo u kterých se musí vycházet ze zvýšeného nebezpečí nárazu, platí přísnější požadavky. Pro zasklení, na která se vstupuje jen pro účely údržby, platí zmírnění podle části 6 této normy.
Část 6 (návrh): Dodatečné požadavky na zasklení pochozí za účelem údržby a na zasklení odolná proti propadnutí	Oblast použití: Dodatečné požadavky na zasklení, která jsou pochozí za účelem údržby nebo která jsou odolná proti propadnutí. Pochozí zasklení mohou být uložena liniově nebo bodově, přičemž musí být vždy dodrženy konstrukční okrajové podmínky z částí 2 a 3 normy. Aspekty ochrany zdraví při práci nejsou v této části normy upraveny.
Část 7 (v přípravě): Zvláštní konstrukce	Oblast použití: Zvláštní konstrukce jako např. obloukové sklo, skleněné opěry, skleněné nosníky nebo výztužné sklo.

Oblasti použití, které nejsou zahrnuty do dosud zveřejněných částí normy, jako např. pojízdná skla nebo akvária, nejsou z hlediska stavebního dohledu upravena. Pro inženýrské posouzení je ovšem možné použít DIN 18008 pro jakékoli konstrukce.

Obecné konstrukční principy podle DIN 18008-1

Norma platí pro jmenovité tloušťky skla u jednotlivých tabulí od 3 mm do 19 mm.

Podle přepracování (E DIN 18008-1) jsou v budoucnu plánovány jmenovité tloušťky skla od 2 mm do 25 mm jako oblast použití normy (stav 12/2017).

Uložení skla

- Sklo musí být uloženo tak, aby se předešlo neplánovaným špičkám napětí.
- Musejí být vyrovnány tolerance z výroby skla a nosné konstrukce.
- Vynucená namáhání (např. od teploty nebo montáže) musejí být buď konstrukčně vyloučena, nebo zohledněna při dimenzování.

Vrtání a výřezy skla

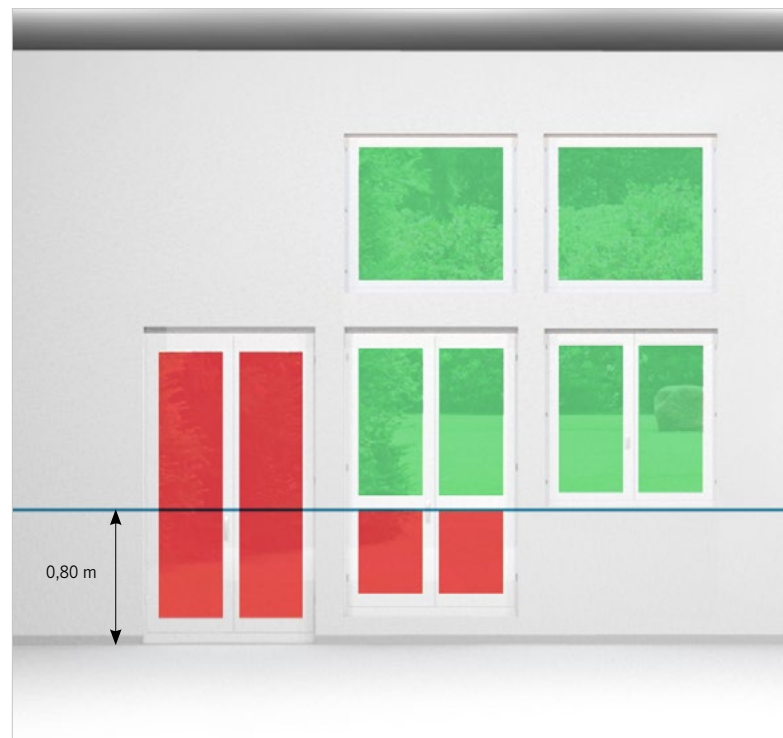
- Výřezy musejí být vytvořeny se zaoblenými rohy.
- Vrtání a výřezy skla jsou přípustné jen u následně tepelně předpjatých skel a musejí monolitickými jednoduchými tabulemi kompletně procházet.
- Mezi sousedícími vrtáními či výřezy musí zůstat šířka skla minimálně 80 mm (jinak se musí použít vyměřovací hodnota příslušného nepředpjatého základního skla).

Dodatečné požadavky na skleněné suroviny

- Tepelně předpjaté tabule (ESG, TVG) s porušením hrany hlubším než 15 % tloušťky tabule nesmějí být instalovány.
- Mezivrstvy v kontaktu se sklem musí být trvale odolné vůči vlivům jako je mráz, kolísání teplot, UV záření, vhodné čištění a kontaktní materiály.
- Minimální hodnoty charakteristické pevnosti v tahu při ohybu a typický vzhled lomu musejí být zaručeny pro tabule o velikosti stavebního dílu.

Přepracovaná E DIN 18008-1 kromě toho požaduje: „Volně a bez pomůcek přístupná vertikální zasklení musí být na přístupné straně minimálně do 0,80 m nad průchozími prostory provedena se sklem s bezpečným chováním při lomu.“ (stav 12/2017)

S přepracovanou normou E DIN 18008-1 se v Německu pro volně přístupná zasklení o výšce parapetu menší než 0,80 m stává použití bezpečnostního skla povinností (viz červeně označené plochy).



Požadavek na bezpečnostní sklo u vertikálních zasklení, která jsou přístupná a představovala by tak (tj. u zasklení s hrubě se lámajícími sklářskými výrobky) nebezpečí zranění,

existuje v některých evropských zemích již delší dobu. Zahnutím do E DIN 18008-1 se Německo k tomuto pohledu připojuje.

Zeleně zvýrazněné texty byly při redakční uzávěrce ještě ve stadiu návrhu.

Zadání specifická podle zemí pro použití bezpečnostního skla u vertikálních zasklení

Vertikální zasklení z	Poloha	jednoduchého skla						vícevrstvého izolačního skla	
		Float	TVG	ESG	VSG z			Nepřístupná strana	Přístupná strana
					Float	TVG	ESG		
	Spodní hrana pod 0,80 m			X	X	X	X	Všechna skla	Bezpečnostní sklo
	Spodní hrana nad 0,80 m	X ¹	X	X ²	X	X	X	Všechna skla	Všechna skla
	Spodní hrana pod 1,0 m	X	X	X ³	X	X	X	Všechna skla	Všechna skla
	Vertikálně s nebezpečím zranění osob			X ³	X	X	X	Všechna skla	Bezpečnostní sklo
	Spodní hrana pod 1,0 m			X ⁴	X	X	X ⁵	Všechna skla	Bezpečnostní sklo
	Spodní hrana nad 1,0 m	X	X	X	X	X	X	Všechna skla	Všechna skla max. výška skla 3 m
	Vertikální			X	X	X	X	Všechna skla	Bezpečnostní sklo
	Spodní hrana pod 0,85 m			X	X	X	X	Všechna skla	Bezpečnostní sklo

¹ U výšky pádu střepů více než 4 m musí být zasklení uloženo na všech stranách
² U výšky pádu střepin více než 4 m se smí použít pouze speciálně kvalitní prohřívané ESG (viz kapitolu 4.1.3)
³ U výšky pádu střepin více než 4 m je povoleno monolitické ESG pouze jako ESG-H se 4stranným liniovým nebo lepeným uložením nebo 2stranným liniovým uložením
⁴ Ne jako ochrana proti pádu
⁵ Pokud jako ochrana proti pádu, pouze všestranně uložené

Bezpečnostní koncepce normy DIN 18008

Stavby musejí odolat všem plánovaným účinkům (vlastní hmotnost, vítr, sníh, zatížení zemětřesením, příp. zatížení ledem a klimatická zátěž) a musejí zůstat způsobilé k použití. Pomocí bezpečnostní koncepce a koncepce dimenzování se prokáže, že jsou tyto požadavky splněny a uvedené mezní stavy tak

nebudou překročeny. Přitom je namáhání, které působí na jeden stavební díl (strana působení), postaveno proti odporu, který může stavební díl poskytnout proti namáhání (strana odporu). Stavební díl musí být dimenzován tak, aby nabízel dostatečný bezpečnostní odstup mezi namáháním a odporem.

V minulosti se počítalo s globálními bezpečnostními faktory, které vycházely z hodnot ze zkušenosti a řemeslně osvědčených konstrukcí. S normou DIN 18008 bylo dimenzování skla přestaveno na **koncept dílčích součinitelů spolehlivosti (koncept dílčí spolehlivosti)**. Pro jiné druhy staveb je tato bezpečnostní koncepce normativně stanovena harmonizovanými technickými pravidly EU pro plánování nosných konstrukcí staveb

již mnoho let (EUROKÓDY 0 až 9 pro nosné konstrukce z oceli nebo předpjatého betonu, pro ocelové stavby, pro spřažené nosné konstrukce z oceli a betonu, pro dřevěné stavby a zděné stavby, viz řadu norem DIN EN 1990 až 1999). Norma DIN 18008 je důležitým krokem směrem k evropské normě pro dimenzování skla ve stavebnictví, v níž by měly být využity zkušenosti z vypracování normy DIN 18008.



Koncept dílčích součinitelů spolehlivosti

K tomu jsou činitelé na straně působení a na straně odporu posuzovány vždy odděleně a podle jejich statistického rozdělení. Vstupní hodnoty pro dimenzování jsou takzvané charakteristické hodnoty působení a odporu, pro které se neberou střední hodnoty, nýbrž fraktilové hodnoty, tj. horní nebo dolní mezní hodnoty rozdělovacích funkcí. Pro popis působení se použijí většinou 95 % fraktilové hodnoty, pro popis hodnot pevnosti materiálu 5 % fraktilové hodnoty.

Fraktilová hodnota na straně materiálu označuje procentuální podíl vzorků ze sériové výroby, při kterém výsledky zkoušky vykazují nižší hodnoty, než jsou požadované hodnoty minimální. Příklad: Charakteristická pevnost v ohybu jednovrstvého bezpečnostního skla 120 N/mm² je 5 % fraktilová hodnota, tj. 5 % vzorků mohlo mít nižší hodnotu, příp. 95 % tabulí ESG by skutečně mělo vydržet napětí v ohybu 120 N/mm² nebo více.

Charakteristické hodnoty tedy nejsou jednoduše subjektivně stanoveny, ale jedná se o hodnoty, kterých není s určitou pravděpodobností dosaženo, příp. jsou překročeny. Tam, kde se statistické rozdělovací funkce veličin působení a odporu překrývají, by stavební díl selhal. Ve stavebnictví je zpravidla přijatelná pouze minimální pravděpodobnost selhání asi 1 k 1 milionu.

Pro zvýšení bezpečnosti se proto při stanovení hodnot dimenzování charakteristické hodnoty působení násobí jejich příslušným dílčím součinitelem spolehlivosti (a tím se zpravidla zvyšují) a charakteristické hodnoty odporů se dílčími součiniteli spolehlivosti materiálu dělí (zmenšují). Dílčí součinitelé spolehlivosti pokrývají nejistoty v předpokladech tam, kde se objevují. Například trvalý vliv jako vlastní hmotnost má menší dílčí součinitel spolehlivosti než proměnlivý účinek jako např. zatížení provozem. Vícenásobné účinky je tak možné na základě jejich statistického rozptylu lépe posoudit a stanovit pokud možno přesné dílčí součinitelé spolehlivosti.

Mezní stavy, při jejichž překročení by požadavky již nebyly splněny, musejí být pro požadovanou použitelnost, nosnost (bezpečnost uložení a zabránění selhání rozbitím) a trvanlivost prokázány. Kvůli křehkému lomovému chování skla může být potřeba požadovat také dostatečnou zbytkovou nosnost.

Zeleně zvýrazněné texty byly při redakční uzávěrce ještě ve stadiu konceptu.

4.1.3 Přehled prováděných důkazů

i

Symbol	Označení	Význam	Jednotka
C _d		Vyměřovací hodnota kritéria vhodnosti k použití (průhyb)	mm
E _d		Vyměřovací hodnota účinku (namáhání/napětí, průhyb)	N/mm ² , mm
R _d		Vyměřovací hodnota odolnosti	N/mm ²
f _k		Charakteristická pevnost v tahu při ohybu	N/mm ²
k _c		součinitel pro zohlednění druhu konstrukce	–
k _{mod}		součinitel pro zohlednění délky působení zatížení (trvalé, střední nebo krátké působení zátěže)	–
γ _m	gama-m	dílčí součinitel spolehlivosti pro vlastnosti materiálu	–

Podle druhu uložení a sklonu vyžaduje norma DIN 18008 důkazy pro mezní stavy použitelnosti, nosnosti a trvanlivosti.

Pro dimenzování skleněné konstrukce musí být stanoven nejen staticky potřebný druh skla s potřebnou tloušťkou, ale jsou také požadovány důkazy, které zohledňují chování při zatížení při nárazu (nárazová bezpečnost) nebo po rozbití skla (zbytková nosnost).

i

Je nezbytné nutné mít na paměti, že norma DIN 18008 obsahuje pouze zadání týkající se skla a přímé upevnění skla u bodově uložených zasklení a zasklení chránících proti pádu. Vlastní přídržná konstrukce zasklení (přídržné lišty skla, nosná konstrukce, upevnění k budově) není součástí normy a musí být ověřena zvlášť podle příslušných pravidel.

Důkaz v mezním stavu nosnosti

Zásadně se musí prokazovat jak bezpečnost uložení, tak zabránění selhání konstrukce při rozbití. Důkaz dostatečné nosnosti zasklení se provádí důkazem maximálních hlavních napětí v tahu (= účinek) na povrch skla. Musí být splněna následující podmínka:

Vyměřovací hodnota účinku $E_d \leq$ vyměřovací hodnota odolnosti R_d

Vyměřovací hodnota odolnosti R_d se zjistí z charakteristické pevnosti v tahu při ohybu f_k použitého druhu skla, součinitele k_c pro zohlednění druhu konstrukce a dílčího součinitele spolehlivosti materiálu γ_m a příp. (pouze u nepředpjatých skel) modifikačního součinitele k_{mod} pro dobu působení zátěže.

Důkaz v mezním stavu použitelnosti

Podle DIN 18008-1 musí být pro důkaz v mezním stavu použitelnosti splněna následující podmínka:

Vyměřovací hodnota účinku $E_d \leq$ vyměřovací hodnota kritéria použitelnosti C_d

Bližší údaje ke kritériím použitelnosti se nacházejí podle konstrukce v následujících částech 2 až 6 normy.

Důkaz zbytkové nosnosti

Kvůli křehkosti skla může být dodatečně potřeba důkaz zbytkové nosnosti. Podle DIN 18008-1 je tento požadavek splněn

- dodržením konstrukčního zadání (viz následné části normy) nebo
- výpočtními důkazy nebo
- zkušební technickými důkazy.

Zbytková nosnost závisí na druhu konstrukce, stupni poškození a zohledňovaných vlivech. Následné části normy uvádějí pro důkaz zadání v závislosti na použití.

Důkaz nárazové bezpečnosti

Pro případy, kdy by osoby mohly spadnout na zasklení nebo proti němu a při rozbití tabulí spadnout, musí být prokázána nárazová bezpečnost (měkký náraz). Totéž platí, pokud by padající předměty mohly vést k rozbití zasklení a k ohrožení osob (tvrdý náraz).

Důkaz nárazové bezpečnosti je potřeba u zasklení chránících proti pádu (viz 4.1.6) a u pochozích zasklení (viz 4.1.7). Rovněž je potřeba u zasklení pochozích za účelem údržby a bezpečných proti propadnutí (viz 4.1.8). Podrobnosti jsou upraveny v příslušných částech normy.

4.1.4 Liniově uložená skla (DIN 18008 část 2)

Konstrukční zásady

- Uložení skla musí dlouhodobě zajišťovat stabilitu.
- Pokud není stanoveno jinak (např. pro ochranu okrajového spoje proti UV záření u vícevrstvého izolačního skla) musí mít uložení skla minimálně 10 mm.
- Liniově uložení musí být účinné oboustranně (tlak a tah) normálně k rovině tabulí a u vícetabulové skladby pro všechny tabule.
- Jedna strana je pokládána za liniově uloženou, pokud pro uloženou délku tabule není vyměřovací hodnota průhybu nosné konstrukce větší než 1/200.
- Zasklení musí být odborně podložena.

Přípustné skleněné výrobky

- U zasklení v oblasti nad hlavou se směřují na ochranu průchozích prostorů, které leží pod ní, pro jednovrstvá zasklení a pro spodní tabuli vícevrstvých izolačních zasklení použít pouze následující druhy skla:
 - Vrstvené bezpečnostní sklo VSG z floatového skla nebo
 - Vrstvené bezpečnostní sklo VSG z částečně předpjatého skla (TVG)
 - Drátosklo do rozptí 0,70 m při hloubce uložení 15 mm (nedoporučuje se)
- Pro vertikální zasklení platí:
 - Jednovrstvá zasklení z hrubě se rozpádajících druhů skla (floatové sklo, TVG, tažené ploché sklo, ornamentní sklo, vrstvené sklo) jsou s horní hranou více než 4 m nad průchozími prostory přípustná jen jako uložená ze všech stran.
 - ESG jako jednoduché zasklení nebo jako vnější monolitická tabule MIG s horní hranou více než 4 m nad průchozími prostory musí být provedeno jako prohříváné ESG-H.

Přepřeváním E DIN 18008-2 bude požadavek na použití prohříváného ESG u vertikálních zasklení nad 4 m zpřesněn: „Jednoduchá monolitická zasklení nebo vnější monolitická tabule MIG jednovrstvého bezpečnostního skla (ESG) a prohříváná ESG směřují být kvůli pravděpodobnosti selhání vměstků ze sulfidu nikelnatého (spontánní lom) instalována pouze tehdy, pokud jejich horní hrana leží méně než 4 m nad průchozími prostory“.

Důvodem je, že uložení ESG za horka sice snižuje riziko spontánního lomu, ale nelze ho úplně vyloučit. Ovšem pravděpodobnost selhání ESG lze kontrolou uložení za horka s příslušným externím dohledem přiměřeně snížit. Proto lze prohříváné ESG v budoucnu použít bez omezení montážní výšky i tehdy, pokud je pomocí příslušných opatření pro zajištění kvality dosaženo určité třídy spolehlivosti. Tomuto požadavku odpovídá například výroba prohříváného ESG podle zadání ustanovení RAL pro jakost a zkoušky. (Stav 12/2017)

Důkaz v mezním stavu nosnosti

Pro součinitel pro zohlednění druhu konstrukce při zjišťování vyměřovací hodnoty pro odolnost vůči selhání napětí platí:
 $k_c = 1,8$ u skel bez tepelného předpětí
 $k_c = 1,0$ u skel s tepelným předpětím

Statický důkaz není potřeba pro všestranně liniově uložená vertikální zasklení z vícevrstvého izolačního skla s jediným namáháním větrem, vlastní hmotností a klimatickými vlivy za následujících podmínek:

- Montážní výška pod 20 m nad terénem
- Skleněný výrobek: Floatové sklo, TVG, ESG/ESG-H nebo VSG z těchto výrobků plocha $\leq 1,6 \text{ m}^2$

- Tloušťka tabule $d \geq 4 \text{ mm}$
- Rozdil tlouštěk tabulí $\leq 4 \text{ mm}$
- Meziskelní prostor $\leq 16 \text{ mm}$
- Charakteristická hodnota zatížení větrem $\leq 0,8 \text{ kN/m}^2$

Upozorňujeme na zvýšené riziko lomu u malých tabulí.

I zde se přepřeváním E DIN 18008-1 něco mění:

Škrťá se zrušení důkazu pro plochy pod $1,6 \text{ m}^2$. Místo toho platí pro vícevrstvé izolační sklo do velikosti 2 m^2 určité zmínění pro důkaz mezního stavu nosnosti

Důkaz v mezním stavu použitelnosti

Obecně platí: Průhyby skleněných tabulí musí být omezeny. Jako vyměřovací hodnota kritéria použitelnosti se musí obecně použít $C_d = L/100$ (je třeba zohlednit případné vyšší požadavky výrobce izolačního skla).

U vertikálních zasklení není potřeba žádný důkaz, pokud se prokáže, že minimální šířka uložení 5 mm nebude kvůli zkráče-

ni těživ podkročena ani tehdy, pokud tato bude mít jen jedno uložení.

Pro další vysvětlení odkazujeme na Věstník BF 021/2017 ohledně použitelnosti liniově uložených skel. Zde jsou podrobně uvedena především omezení průhybu a souvislost průhybu a trvanlivosti izolačních skel.

Důkaz zbytkové nosnosti

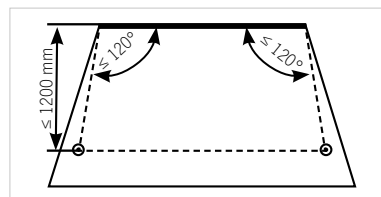
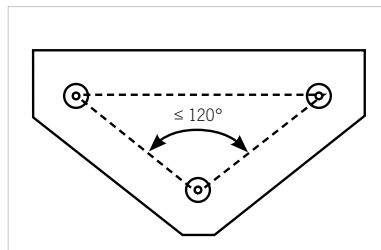
Další konstrukční předpisy se vztahují podle vhodnosti k montáži na dostatečnou zbytkovou nosnost.

Zeleně zvýrazněné texty byly při redakční uzávěrce ještě ve stadiu konceptu.

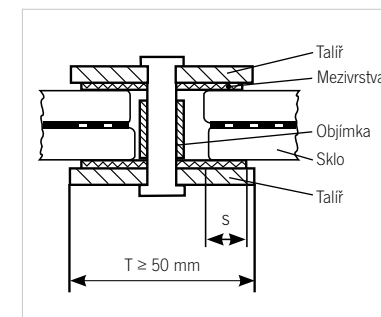
4.1.5 Bodově uložená skla (DIN 18008 část 3)

Konstrukční zásady

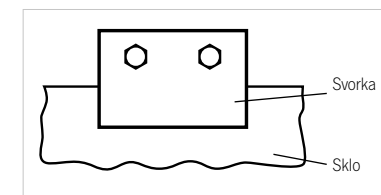
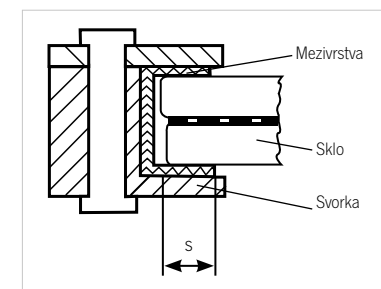
- Bodové držáky musejí být z oceli, hliníku nebo nerez oceli a musejí být stavebně technicky použitelné. Materiál musí být vhodný pro příslušné zatížení koroze.
- U výhradně bodově uložených zasklení jsou nutné minimálně 3 bodové držáky. Přitom nesmí být překročen největší sevržený úhel mezi třemi bodovými držáky 120° :
- Mezivrstva musí být tak silná, aby nedošlo k žádnému kontaktu mezi sklem a kovovými částmi držáku.
- Konstrukce musí včetně tolerancí umožňovat montáž skleněných tabulí s malým pnutím, aby nemohlo dojít ke kontaktu skleněných tabulí s jinými skleněnými tabulemi nebo jinými tvrdými stavebními díly.
- Liniové a bodové uložení lze kombinovat. Přitom mohou vnitřní úhly mezi liniovým a bodovým uložením činit maximálně 120° (u horizontálního zasklení kromě toho mezi liniovým a bodovým uložením vzdálenost maximálně 1200 mm).



- Pro talířové držáky (vždy s otvorem) platí:
 - Otvory musejí mít k volnému okraji a k sousedním otvorům minimální vzdálenost 80 mm (menší hodnota není přípustná).
 - Talířový držák musí mít na obou stranách průměr T minimálně 50 mm. I ve zdeformovaném stavu musí být zajištěno uložení skla s zasklením VSG (všechny tabule) minimálně 12 mm.



- Pro svorkové držáky (bez otvoru) platí:
 - Plocha svorky překrývající sklo musí být velká minimálně 1000 mm² a uložení skla musí být minimálně 25 mm.
 - Menší uložení skla a menší plochy svorek jsou přípustné, pokud se prokáže, že i za nejméně příznivých podmínek a při zkrácení těživy je zajištěno uložení skla minimálně 8 mm v mezním stavu nosnosti (součet zkrácení těživy se přitom připočítává jen k jedné straně).
 - Šroubová spojení k upevnění zasklení musejí být zajištěna proti neúmyslnému uvolnění pomocí vhodných opatření.



Přípustné skleněné výrobky

- Skleněné výrobky smějí být použity podle DIN 18008-1.
- Tloušťky skla vrstvených skleněných tabulí VSG se smí vzájemně lišit maximálně o faktor 1,7.
- Přípustné jsou pouze válcové otvory se zabroušenou nebo kvalitnější hranou (okraje oboustranně s fazetou 45° od 0,5 do 1,0 mm, odsazení hrany ne větší než 0,5 mm v otvoru).
- Hrany jednotlivých tabulí musí být minimálně přibroušené, u floatového skla broušené.

Dodatečná pravidla pro horizontální zasklení

- Při uložení pomocí talířových držáků jsou přípustná pouze jednoduchá zasklení VSG z tabulí VSG stejné tloušťky (minimálně 2 x 6 mm). (Použití monolitických tabulí nebo vícevrstvého izolačního skla není povoleno).
- Vnitřní část obklopená vnějšími talířovými držáky nesmí být zeslabena ostatními vrtáními, otvory nebo výřezy (kromě otvorů pro talířové držáky).
- Volný okraj skla smí vyčnívat maximálně 300 mm přes vnitřní plochu vymezenou držáky skla.
- Jsou dány skladby skla a průměry taliřů s maximálním rozpětím u pravouhlého opěrného rastru, pro které je důkaz zbytkové nosnosti pokládán za provedený.
- U horizontálních zasklení je možné při dodržení okrajových podmínek pouze pro zajištění tahu (směr zvedání) použít i bodové držáky, pokud je vlastní hmotnost tabulí přenášena liniovým uložením podle DIN 18008-2.

Dodatečná pravidla pro vertikální zasklení

- Pro vertikální zasklení se smí u bodového uložení (vrtání nebo svorky) použít VSG z ESG, VSG z ESG-H nebo VSG z TVG.
- Pro vertikální zasklení s uložením svorkou jsou kromě toho přípustné skleněné výrobky:
 - ESG-H s minimální tloušťkou tabule 6 mm
 - VSG z floatového skla
 - Vícevrstvé izolační sklo z ESG-H, TVG, floatové sklo nebo VSG

Důkaz v mezním stavu nosnosti

Při stanovení vyměřovací hodnoty pro odolnost vůči selhání napětí platí pro koeficient pro zohlednění druhu konstrukce k_c : $k_c = 1,0$ nezávisle na druhu skla

Norma stanoví minimální požadavky na postup výpočtu pro důkazy nosnosti a použitelnosti a stanoví k tomu metodu koneč-

ných prvků (FEM), přičemž výpočetní model by měl zahrnout namáhání skla ležícího na bezpečné straně, výpočty musejí být ověřeny zkoumáním konvergence a mezní případy musejí být posouzeny zvlášť.

Důkaz v mezním stavu použitelnosti

Obecně platí: Průhyby skleněných tabulí musí být omezeny. Jako vyměřovací hodnota kritéria použitelnosti se musí obecně

použít $C_d = L/100$ (je třeba zohlednit případně vyšší požadavky výrobce izolačního skla).

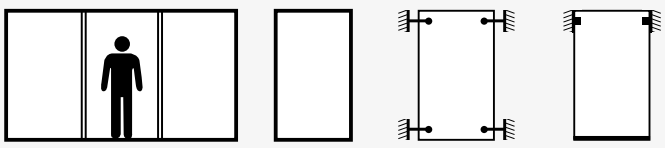
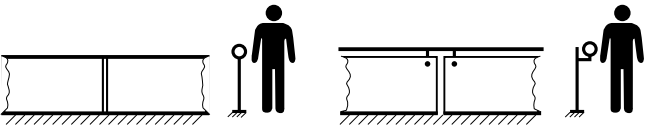
Důkaz zbytkové nosnosti

Další konstrukční předpisy se vztahují podle vhodnosti k montáži na dostatečnou zbytkovou nosnost.



4.1.6 Zasklení chránící proti pádu (DIN 18008 část 4)

Zasklení chránící proti pádu se podle druhu konstrukce dále dělí do tří kategorií:

Kat.	popis podle DIN 18008-4
A	Zasklení podle části 2 nebo 3 této normy, která musejí přenášet vodorovná užitečná zatížení, protože nemají žádné nosné podokenní poutce nebo předsazený sloupek v požadované výšce pro pohlcování vodorovných užitečných zatížení podle DIN EN 1991-1-1:2010-12 a DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12, 6.4. 
B	Dole upnutá skleněná zábradlí, jejichž jednotlivé tabule jsou průběžným madlem spojeny v potřebné výši. Madlo může být upevněno na horní hraně tabule nebo pomocí talířového držáku podle části 3 této normy. 
C	Zasklení podle části 2 nebo 3 této normy, která nemusejí snášet žádná vodorovná užitečná zatížení v potřebné výši a odpovídají jedné z následujících skupin: C1: Výplně zábradlí C2: Zasklení pod příčli umístěnou v potřebné výšce, přenášející zatížení C3: Zasklení se sloupkem předsazeným v potřebné výšce, přenášejícím zatížení 

Konstrukční zásady

- Požadavek na ochranu hran: Všechny přístupné hrany kategorie A a C musejí být bezpečně chráněny před nárazy, – buď uložením (např. sloupky, příčky) – nebo trvale odolnými profily na ochranu hran (je třeba důkaz) – nebo přímo sousedícími částmi stavby (sousední tabule, stěny nebo stropy se vzdáleností maximálně 30 mm)
- Pro kategorii B vyplývá nutnost ochrany hran z důkazu nosnosti při výpadku jakéhokoli prvku skleněného zábradlí

Přípustné skleněné výrobky

- Tloušťky skla vrstvených skleněných tabulí VSG se smí vzájemně lišit maximálně o faktor 1,7.
- V případech, u kterých části 1 až 3 normy stanoví použití ESG-H, musí být i na zasklení chránící proti pádu použito ESG-H.

Kat.	Přípustné skleněné výrobky pro zasklení chránící proti pádu podle DIN 18008-4	
	jednoduchého skla	vícevrstvého izolačního skla
A	VSG	- Minimálně jedna tabule MIG musí být VSG - Strana přivrácená k nárazu (strana působení) smí být pouze z VSG, ESG nebo vrstveného skla z ESG - MIG s ESG na straně působení směji mít bezprostředně za touto tabulí druhý skla s hrubým lomem, pokud při nárazové kyvadlové zkoušce nedojde k rozbití skla u tabule ESG na straně působení
B	Přípustné pouze VSG	Přípustné pouze VSG
C1 a C2	- VSG - U všestranného liniového uložení je přípustné i ESG	- Strana přivrácená k nárazu (strana působení) smí být pouze z VSG, ESG nebo vrstveného skla z ESG - Pro ostatní tabule jsou možné všechny skleněné výrobky přípustné podle části 2 a 3
C3	VSG	Jako kategorie A

Důkaz v mezním stavu nosnosti

Mezní stav nosnosti musí být prokázán jak pro statické, tak nárazové působení.

Rovněž musí být proveden důkaz pro bezprostřední upevnění skla.

Pro skleněná zábradlí kategorie B musí být zkoumán také libovolný prvek skleněného zábradlí a musí být prokázáno, že průběžné madlo může v případě výpadku jednoho prvku zábradlí přenášet zatížení podpěry na sousední prvky, koncové sloupky nebo ukořtení na budově.

Důkaz v mezním stavu použitelnosti

Jako zatížení se zde navíc k zatížení větrem použije také zatížení podpěry.

Důkaz nárazové bezpečnosti

Důkaz dostatečné nosnosti při působení nárazu může

- být pro konstrukci zasklení proveden experimentálně (nárazová zkouška kyvadlem a zkouška průniku)
- být proveden početně (měkký náraz) nebo
- být proveden dodržením konstrukčních podmínek podle následujících tabulek, popř. zadání a až c.



Další přípustné skladby SANCO Safe viz kapitulu 5.4.1

4.1.6.1 Liniově uložená zasklení chránící proti pádu s prokázanou odolností proti nárazu podle DIN 18008-4 (kategorie A a C):

Kat.	Typ	Liniové uložení	Šířka (mm)		Výška (mm)		Skladba skla od strany působení ke straně pádu (mm)	Řádek
			min.	max.	min.	max.		
A	MIG	Ze všech stran	500	1300	1000	2500	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	1
			1000	2000	500	1300	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	2
			900	2000	1000	3000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	3
			1000	2500	900	2000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	4
			1100	1500	2100	2500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	5
			2100	2500	1100	1500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	6
			900	2500	1000	4000	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	7
			1000	4000	900	2500	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	8
			300	500	1000	4000	4 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	9
			300	500	1000	4000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/4 ESG	10
	Jednoduché	Ze všech stran	500	1200	1000	2000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	11
			500	2000	1000	1200	6 FG/0,76 PVB/6 FG	12
			500	1500	1000	2500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	13
			500	2500	1000	1500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	14
			1000	2100	1000	3000	10 FG/0,76 PVB/10 FG	15
			1000	3000	1000	2100	10 FG/0,76 PVB/10 FG	16
			300	500	500	3000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	17
C1 a C2	MIG	Ze všech stran	500	2000	500	1100	6 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	18
			500	1500	500	1100	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/6 ESG	19
	Jednoduché	Dvoustranně nahoře a dole	1000	libovol.	500	1100	6 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	20
			500	2000	500	1100	5 FG/0,76 PVB/5 FG	21
		Dvoustranně nahoře a dole	1000	libovol.	500	800	6 FG/0,76 PVB/6 FG	22
			800	libovol.	500	1100	5 ESG/0,76 PVB/5 ESG	23
			800	libovol.	500	1100	8 FG/0,76 PVB/8 FG	24
		Dvoustranně vlevo a vpravo	500	800	1000	1100	6 FG/0,76 PVB/6 FG	25
			500	1100	800	1100	6 ESG/0,76 PVB/6 ESG	26
			500	100	800	1100	8 FG/1,52 PVB/8 FG	27
C3	MIG	Ze všech stran	500	1500	1000	3000	6 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	28
			500	1300	1000	3000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/12 ESG	29
	Jednoduché	Ze všech stran	500	1500	1000	3000	5 FG/0,76 PVB/5 FG	30

MIG = vícevrstvé izolační zasklení; SZR = meziskelní prostor; FG = floatové sklo;

ESG = jednovrstvé bezpečnostní sklo; PVB = fólie z polyvinylbutyralu; libovol. = libovolné

4.

4.1.6.2 Bodově uložená zasklení chránící proti pádu s prokázanou odolností proti nárazu podle DIN 18008-4 (kategorie A a C):

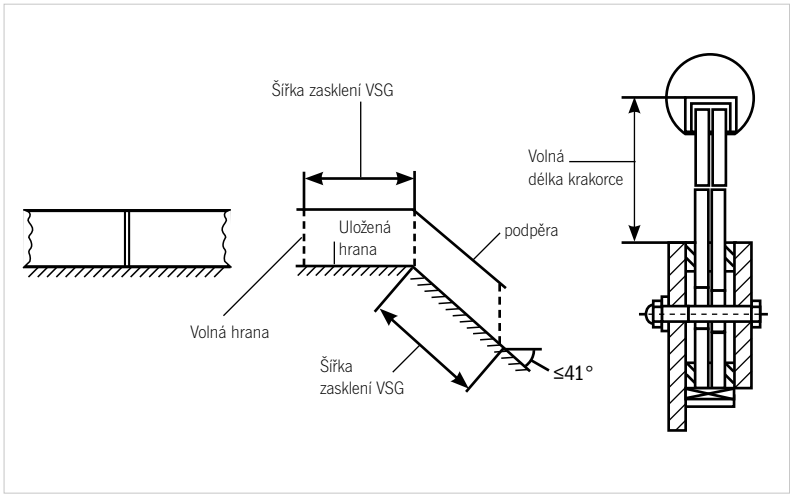
Kat.	Składba VSG v mm s $d_{PVB} = 1,52$ mm	Max. vzdálenost sousedních bodových držáků ve směru x	Max. vzdálenost sousedních bodových držáků ve směru y
A	2 x 10 TVG	1200 mm	1600 mm
	2 x 8 ESG	1200 mm	1600 mm
	2 x 10 ESG	1600 mm	1800 mm
	2 x 10 ESG	800 mm	2000 mm
C	2 x 6 TVG	1200 mm	700 mm
	2 x 8 TVG	1600 mm	800 mm
	2 x 6 ESG	1200 mm	700 mm
	2 x 8 ESG	1600 mm	800 mm

Dodatečné podmínky:

- Pouze rovná jednoduchá zasklení VSG s PVB fólií o min. tloušťce 1,52 mm
- Povrchová ošetření snižující pevnost (např. emailování) nejsou povolena.
- Je dodržen maximální stanovený rastr opěr a další geometrické podmínky, velikost zasklení není omezena.
- U MIG musí být meziskelní prostor minimálně 12 mm a maximálně 20 mm.
- Tloušťky skel a fólií je možné překročit.
- Floatové sklo smí být nahrazeno TVG o minimálně stejné tloušťce.
- Povrchové úpravy snižující pevnost (např. emailování) nejsou povoleny.
- Na řádcích 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 18, 20 a 28 tabulky uvedená izolační dvojskla smějí být bez dalšího zkoušení pokládána za dostatečně bezpečná proti nárazu, pokud jsou doplněna o jednu nebo více tabulí ESG nebo ESG-H v meziskelním prostoru.
- Zasklení musejí být držena taliřovými držáky podle části 3 normy o průměru min. 50 mm, při vzdálenosti držáků větší než 1200 mm s min. 70 mm (je potřeba důkaz nárazové bezpečnosti taliřových držáků).
- Kromě otvorů pro upevnění taliřových držáků nejsou přípustné žádné další otvory nebo vybrání.

4.1.6.3 Liniově uložená zasklení chránící proti pádu s prokázanou odolností proti nárazu podle DIN 18008-4 (kategorie B):

- Zasklení musí být rovná.
- Kromě otvorů pro upevnění k podlaze a madlu nejsou přípustné žádné další otvory nebo vybrání.
- Pouze VSG z min. 2 x 10 mm ESG nebo TVG, min. 1,52 mm silná PVB fólie.
- Šířka tabule minimálně 500 mm a maximálně 2000 mm, volná délka krakorce max. 1100 mm
- Povrchové úpravy snižující pevnost (např. emailování) nejsou povoleny.
- Určité odchylky od pravouhlého tvaru jsou přípustné.
- Stanovené konstrukční charakteristiky pro madlo a upnutí musí být dodrženy.



4.1.6.4 Pro následující světlé šířky otvorů zasklení mezi nosnými stavebními díly může důkaz nárazové bezpečnosti odpadnout:

- kategorie A: maximálně 300 mm
- kategorie B a C: maximálně 500 mm

4.

4.1.7 Pochozí zasklení (DIN 18008 část 5)

Konstrukční zásady

- Svislé užitečné zatížení výhradně od plánovaného pohybu osob smí činit maximálně 5 kN/m².
- Zasklení musí být v poloze držena vhodnými mechanickými držáky a případně zajištěna i proti nadzdvihnutí.
- Přídržná konstrukce musí zajišťovat montáž s malým pnutím s dostatečnou vzdáleností skla.

Přípustné skleněné výrobky

- Smí se použít pouze VSG z minimálně 3 tabulí.
- Zasklení musí být dostatečně bezpečné proti uklouznutí.

Důkaz v mezním stavu nosnosti

- Mezní stav nosnosti musí být prokázán jak pro statické, tak nárazové působení.
- Je potřeba statický důkaz podle části 1 až 3 normy. Použitá zatížení se řídí podle příslušné kategorie použití.
 - Navíc se musí zkoumat případ zatížení vlastní hmotnost + jednotlivé zatížení v nevýhodné poloze zátěže (na ploše 50 x 50 mm).
- Pro schody a podestu schodů platí: $k_{mod} = 0,7$ (v případě odchylných délek namáhání se musí upravit)
- Důkaz se provádí za předpokladu, že jsou všechny tabule nedotčené.
 - Navíc musí být za předpokladu, že horní tabule je rozbitá a není nosná, prokázána také mimořádná situace zatížení

Důkaz v mezním stavu použitelnosti

Jako vyměřovací hodnota kritéria vhodnosti k použití se obecně použije $C_d = L/200$.

Důkaz nárazové bezpečnosti a zbytkové nosnosti

- K tomu jsou zpravidla potřeba zkoušky stavebních dílů, které jsou stanoveny normou.
- Pro určité rozměry a skladby skla platí při dodržení okrajových podmínek důkaz nárazové bezpečnosti a zbytkové nosnosti jako provedený (viz následující tabulku).
- Pokud jsou pod zasklením plošné nosné stavební díly ve světlé vzdálenosti maximálně 50 cm, není třeba žádná zkouška stavebního díla.
- Alternativně jsou přípustná konstrukční opatření pro zajištění bezpečnosti pohybu při rozbití skla (musejí být prokázána).

Všestranně liniově uložená, plánovaně pochozí zasklení s prokázanou nárazovou bezpečností a zbytkovou nosností podle DIN 18008-5:

max. délka	max. šířka	Skladba VSG v mm s $d_{pVg} = 1,52 \text{ mm}$	Minimální hloubka uložení S
1500 mm	400 mm	8 TVG/10 FG/10 FG	30 mm
1500 mm	750 mm	8 TVG/12 FG/12 FG	30 mm
1250 mm	1250 mm	8 TVG/10 TVG/10 TVG	35 mm
1500 mm	1500 mm	8 TVG/12 TVG/12 TVG	35 mm
2000 mm	1400 mm	8 TVG/15 FG/15 FG	35 mm

Dodatečné podmínky:

- U nepravoúhlých zasklení platí rozměry obepínajícího pravoúhelníku.
- Větší tabule než je uvedeno v tabulce jsou možné, pokud jsou liniovými meziopěrami rozděleny tak, aby každé pole dodrželo rozměrová omezení platná pro příslušnou skladbu skla.
- Liniové uložení je nutné podél všech hran.
- Hrany musí být bezpečně chráněny před nárazy.
- U skladeb skla z tabulky smí být pro nosné skleněné tabule místo floatového skla použito také TVG. Pro nejvyšší tabuli ze skladby VSG se smí místo TVG použít také ESG, příp. ESG-H.
- Povrchové úpravy snižující pevnost (např. emailování) nejsou povoleny, kromě nejvrchnějšího povrchu.
- Mezivrstvy uložení musejí být z elastomerů, 5 až 10 mm silné a trvale elastické a vykazovat tvrdost 60 až 80 Shore A.

4.1.8

Zasklení pochozí za účelem údržby a zasklení chránící proti pádu (DIN 18008 část 6 – návrh)

Konstrukční zásady

- Pochozí zasklení mohou být uložena liniově nebo bodově.
- Konstrukční okrajové podmínky z části 2 a 3 normy musí být dodrženy.
- Na skleněné tabule smějí vstupovat jen jednotlivé osoby.
- Dbejte na to, aby s sebou vezené pracovní prostředky nemohly zasklení poškodit.
- Kromě vodou naplněných plastových kbelíků o maximálním objemu 10 l nesmějí být při přímém vstupu na zasklení brány žádné předměty, které jsou těžší než 4 kg.

Přípustné skleněné výrobky

- Platí ustanovení DIN 18008-2 pro horizontální zasklení.
- U izolačních zasklení musí být nejvyšší tabule provedena z ESG nebo VSG.
- Použití drátoskla není přípustné.

Potřebné důkazy

Musí být prokázáno dodržení požadavků na nosnost, nárazovou bezpečnost a zbytkovou nosnost. Musí být zohledněno dodatečné působení větru, sněhu a vlastní hmotnosti.

Zeleně zvýrazněné texty byly při redakční uzávěrce ještě ve stadiu konceptu.





4.2 PASIVNÍ BEZPEČNOST SE SKLEM

4.2.1 Úvod

Floatové sklo a částečně předpjaté sklo (TVG) se mohou při rozbití rozpadnout na velké kusy s ostrými hranami s velkým rizikem zranění. Naproti tomu jednovrstvé bezpečnostní sklo (ESG) a vrstvené bezpečnostní sklo (VSG) mají bezpečné chování při lomu. To znamená, že díky způsobu, jakým se v případě poškození rozpadnou, poskytují pasivní bezpečnost před zraněním.

Pokud dojde k rozbití, rozpadne se tabule ESG na kousky s tupými hranami, které jsou menší než 1 cm^2 a nepředstavují tak žádné nebezpečí řezných poranění. Přesto by ale mohla hmotnost skleněné hmoty z rozbité tabule ESG při pádu z velké výšky představovat nebezpečí. VSG se skládá z několika skleněných tabulí s mezivrstvami z elastické, vysokopolymerní fólie odolné proti roztržení (PVB, SGP, EVA), na které při zničení tabule drží střepy. To snižuje riziko řezných a bodných zranění a slouží pasivní bezpečnosti, příp. ochraně osob. To, zda tabule VSG, u které se rozbila jedna nebo několik jednotlivých tabulí, zůstane bezpečně v držáku, závisí také na tom, z jakých druhů skla je vyrobena.

Pokud se průchozí prostory pro osoby nacházejí pod zaskleními (zasklení nad hlavou), nebo jsou samotné průchozí prostory ze skla (pochozí zasklení), nebo pokud by mohly osoby do svislých zasklení narazit

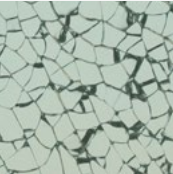
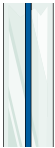
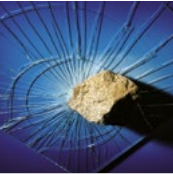
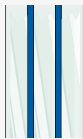
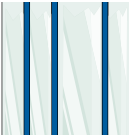
nebo padnout na zasklení vodorovná, musejí být vhodnými druhy skla chráněny před zraněním úlomky skla. V několika případech musejí zasklení i po rozbití disponovat zbytkovou nosností. To znamená, že úlomky nesmějí vypadnout z upevnění, protože zasklení musí i v případě rozbití ještě plnit svou ochrannou funkci, jako např. ochranu proti pádu, nebo protože by bylo nebezpečné, kdyby rozbitá zasklení nad hlavou vypadla ze svého držáku na osoby.

Druh a tloušťka skla musejí být stanoveny podle aktuálních norem, směrnic a ustanovení stavebního dozoru platných v místě použití. V Německu je určující DIN 18008. Norma podrobně udává, jaké druhy skla v jakém provedení a upevnění jsou přípustné a jaké důkazy musejí být provedeny. Působící zatížení musejí být při dimenzování skla zohledněna stejně jako dodatečné požadavky, které vyplývají z plánovaného použití. Zde je vhodné, když jsou pokud možno všichni zúčastnění včas zapojeni do plánování. Dimenzování skla je podrobně popsáno v kapitole 4.1.

Konstrukce, které nejsou upraveny DIN 18008, potřebují v Německu obecně souhlas stavebního dozoru v jednotlivém případě (ZiE) nebo, jako např. systémy přístřešků, obecně schválení stavebního dohledu (AbZ).

Existují dva skleněné výrobky s bezpečnostními vlastnostmi:

- Jednoduché bezpečnostní sklo (ESG)
- Vrstvené bezpečnostní sklo (VSG)

Druh skla			Pasivní bezpečnost (kapitola 4.2)	Aktivní bezpečnost (kapitola 4.3)
ESG			Ochrana proti úrazu (tvořící drť)	Odolnost proti házení míčem
VSG			Ochrana proti úrazu (tvořící střepiny) Ochrana proti pádu	Odolnost proti házení míčem Odolnost proti prohození
VSG			Ochrana proti úrazu (tvořící střepiny) Ochrana proti pádu	Odolnost proti házení míčem Odolnost proti prohození Odolnost proti prolomení
VSG			Ochrana proti úrazu (tvořící střepiny) Ochrana proti pádu	Odolnost proti házení míčem Odolnost proti prohození Odolnost proti prolomení Odolnost proti střelbě

i Ornamentní sklo s drátěnou vložkou NENÍ bezpečnostní sklo (viz kapitulu 2.3.3). Ani částečně předpjaté sklo (TVG) nepatří k bezpečnostním sklům. TVG má sice vyšší mechanickou pevnost než floatové sklo, při rozbití ale mohou vznikat nebezpečné úlomky. (viz kapitulu 2.2.2)



4.2.2 Horizontální zasklení

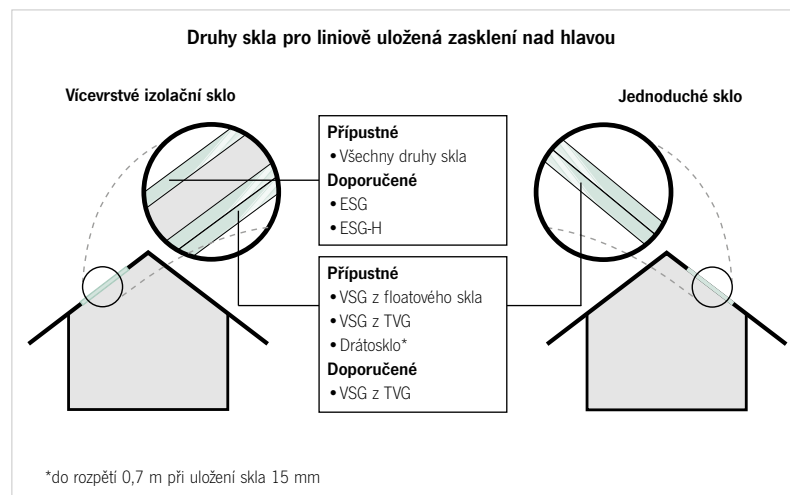
Podle definice DIN 18008 musí být všechna zasklení, která jsou nakloněna více než 10° od vertikály, přiřazena k horizontálním zasklením. Přitom se mohou horizontální zasklení skládat z jednoduchého skla nebo z vícevrstvého izolačního skla.

Zasklení nad hlavou jsou horizontální zasklení s průchozími prostory pod nimi, tj. pod kterými se mohou zdržovat osoby. Zasklení nad hlavou, k nimž patří například střešní zasklení a přístřešky, jsou od dnešní architektury neodmyslitelná. Umožňují prosvětlené prostory s úzkým vztahem k okolí a přírodě. Zvláštní požadavky na taková zastřešení nad hlavou musejí být zohledněny již ve fázi projektu.

Důležitými kritérii jsou mimo jiné:

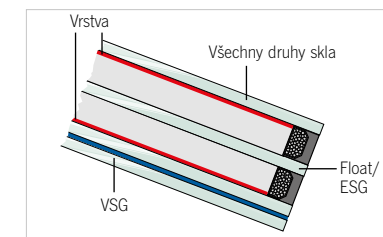
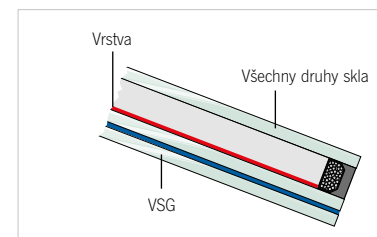
- Geografická poloha: Podle místa a expozice se musí případně počítat se zvýšeným zatížením sněhem a větrem.
- Místo instalace/výška v metrech nad mořem: U velkých výškových rozdílů mezi místem výroby a místem instalace je u vícevrstvých izolačních skel případně potřeba vyrovnání tlaku.
- Výška budovy/výška instalace: Při instalaci od určitých výšek nad zemí, příp. nad průchozími prostory, mohou vzniknout dodatečné požadavky.
- Zatížení větrem
- Zatížení sněhem
- Klimatické zátěže
- Vlastní zátěže (vlastní hmotnost zasklení)
- Úhel sklonu
- Nosná konstrukce
- Montážní podmínky (příjezd, lešení, výtah apod.)

4.2.2.1 Liniově uložená zasklení nad hlavou



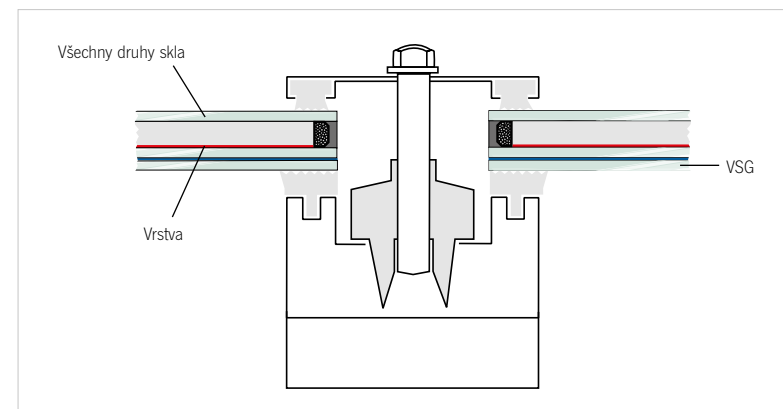
U liniově uložených zasklení nad hlavou – ať je to jednoduché sklo nebo jako spodní tabule vícevrstvého izolačního zasklení, se v každém případě doporučuje použití VSG z

TVG. Tento druh skla nabízí ohledně zbytkové nosnosti při rozbití skla nejlepší výsledky a zároveň zvýšenou pevnost.

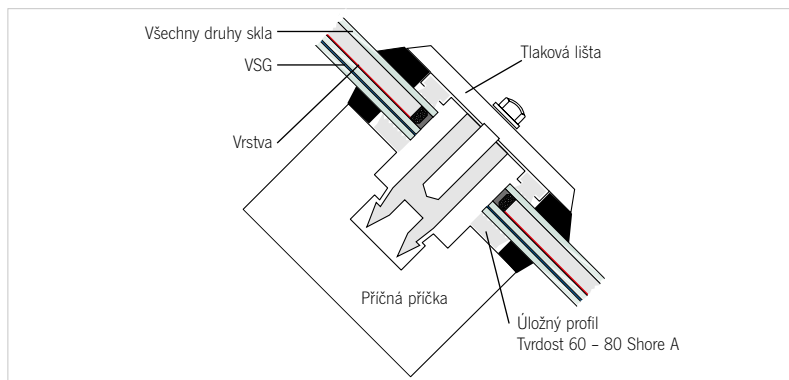


V oblasti **uložení krokví** by měl být okrajový spoj izolačního skla chráněn krycím profilem. Konstrukce musí být v oblasti drážky pro sklo odvodušněna, příp. odvodněna. Aby se

předešlo rozbití skla kvůli velkým teplotám, nesmí být překročeno uložení skla 20 mm. Spodní profil uložení musí vykazovat tvrdost 60 až 80 Shore A.

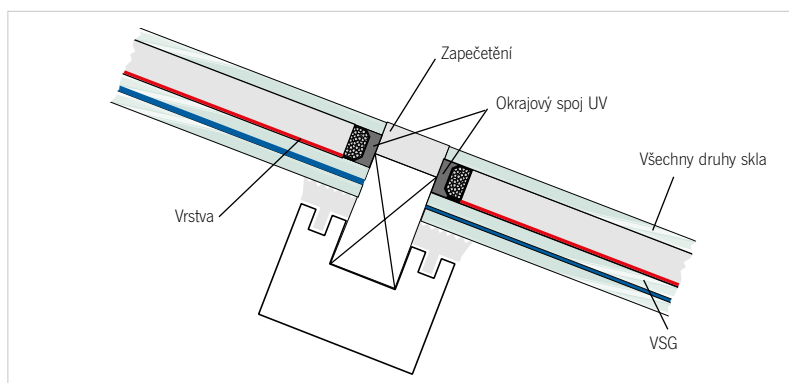


U **příčných spojů s krycí lištou** by měly konstrukční výšku, aby se díky povětrnostním vlivům nemohla nahromadit voda.



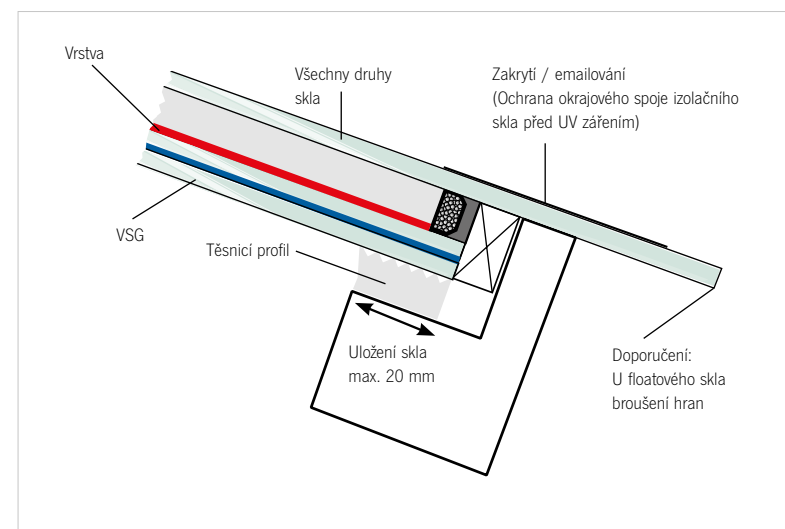
Příčné spoje bez krycí lišty se používají především tam, kde se má zabránit hromadění stojící vody díky povětrnostním vlivům. Na ochranu okrajového spoje izolačního skla je třeba na straně působení povětrnostních vlivů připravit napevno vypálené emailování. Alternativně je možné provedení se silikonovým okrajovým spojem odolným vůči UV záření. Doporučuje se skleněný spoj v celé délce podepřít výztuhou, aby se předešlo prohnutí skla.

Upozornění: Musí být vyzkoušena snášenlivost použitých těsnicích látek. Místo, které provádí další zpracování, je vždy odpovědné za schválení použitých materiálů. Použité lepicí a těsnicí materiály musí schválit účastníci stavby. Rovněž je třeba ověřit kompatibilitu použitých VSG fólií.



U **stupňových izolačních skel** se pro vytvoření okapu spodní sklo odsadí dozadu (příp. u trojitých skladeb obě spodní skla). Používají se všude tam, kde má docházet k nerušenému odtoku vody bez zvláštních konstrukčních nároků. Okrajový spoj izolačního skla musí být ve volně ležící oblasti trvale chráněn před UV zářením, např. na-

nesením emailování sítotiskem. Při použití UV stabilního silikonového okrajového spoje může emailování odpadnout. Aby se předešlo lomu skla kvůli rozdílným teplotám, nesmí uložení skla u tabule na straně místnosti překročit 20 mm. Izolační sklo musí být odborně napojené, drážka skla odvětrávaná.



4.2.2.2 Bodově uložená horizontální zasklení

Pro bodově uložená horizontální zasklení není přípustné vícevrstvé izolační sklo. Zde musí být podle DIN 18008-3 povinně

použito VSG ze stejné silných tabulí TVG (viz kapitulu 4.1.5).

4.2.2.3 Pochozí horizontální zasklení

Pro pochozí horizontální zasklení jsou podle dodatečných požadavků ze strany DIN 18008-5 přípustná pouze zasklení VSG z

minimálně 3 tabulí. Musí být prokázána zbytková nosnost a bezpečnost proti nárazu (viz kapitulu 4.1.7).

4.2.3 Vertikální zasklení

Podle definice DIN 18008 musí být všechna zasklení, která jsou nakloněna od 0° do maximálně 10° od vertikály, přiřazena k vertikálním zasklením.

4.2.3.1 Vertikální zasklení s horní hranou méně než 4 m nad průchozími prostory

Dosud byly u liniového uložení rovných vyplňujících vertikálních zasklení pod 4 m přípustné všechny druhy skla (kromě ochrany proti pádu).

U hrubě se tříšticích zasklení, která se nacházejí od 0 m do 1 m nad průchozími prostory, hrozí především dětem mimořádně vysoké riziko, že při nárazu do tabule utrpí těžká nebo dokonce smrtelná zranění. Bohužel v tomto směru nejsou vedeny žádné trvalé statistiky úrazů. Na univerzitě Graz byly v rámci studie oddělení pro výzkum úrazů v letech 2005 až 2007 zkoumány úrazy se sklem u dětí do 14 let. Na základě výsledků bylo doporučeno zpřísnit stavební řád a v domech a bytech zajistit více bezpečnostního skla. Tento požadavek byl v Rakousku mezitím uveden do praxe. Ve Švýcarsku na základě studie z Grazu odhadli ročně přes 70 úrazů dětí sklem. Od 1. 1. 2018 proto platí s novou směrnicí SIGAB 002 „Bezpečnost se sklem – požadavky na skleněné stavební díly“ pravidlo 1 metru. To udává, že pro stavební díly se sklem pod minimální výšku 1,0 m musí být z důvodů ochrany osob na straně útoku použito bezpečnostní sklo (viz tabulku v kapitole 4.1.2).

V Německu proběhne realizace stavebně technickým zavedením přepracované normy E DIN 18008-1. Pak platí: „Volně a bez pomůcek přístupná vertikální zasklení musí být na přístupné straně minimálně do 0,80 m nad průchozími prostory provedena se sklem s bezpečným chováním při lomu.“ (stav 12/2017)



Pokud jsou zasklení použita k ochraně proti pádu, musejí být dodrženy dodatečné požadavky podle DIN 18008-4. Přitom je důležitý druh konstrukce a druh uložení. (viz kapitulu 4.1.6)

Zelené zvýrazněné texty byly při redakční uzávěrce ještě ve stadiu konceptu.

4.2.3.2 Vertikální zasklení s horní hranou více než 4 m nad průchozím prostorem

Hrubě se lomící druhy skla (floatové sklo, TVG, tažené ploché sklo, ornamentní sklo, vrstvené sklo) smějí být s horní hranou více než 4 m nad průchozími prostory použity jako jednoduché sklo jen jako ze všech stran uložené.

Druh skla ESG (jako jednoduché zasklení nebo jako vnější monolitická tabule MIG) s horní hranou více než 4 m nad průchozími prostory muselo být dosud provedeno jako prohřívané ESG-H.

Tento požadavek je přepracováním E DIN 18008-2 zpřísněn: „Jednoduchá monolitická zasklení nebo vnější monolitické tabule MIG z jednovrstvého bezpečnostního skla (ESG) a prohřívaná ESG smějí být kvůli

pravděpodobnosti selhání vměstků ze sulfidu nikelnatého (spontánní lom) instalována pouze tehdy, pokud je jejich horní hrana méně než 4 m nad průchozími prostory.“ Důvodem je, že prohřívání ESG sice snižuje riziko spontánního lomu, ale nelze ho úplně vyloučit. Ovšem pravděpodobnost selhání ESG lze kontrolou prohřívání s příslušným externím dohledem přiměřeně snížit. Proto lze prohřívané ESG v budoucnu použít bez omezení montážní výšky i tehdy, pokud je pomocí příslušných opatření pro zajištění kvality dosaženo určité třídy spolehlivosti. Tomuto požadavku odpovídá například výroba prohříváního ESG podle zadání ustanovení RAL pro jakost a zkoušky. (stav 12/2017 – viz kapitulu 4.1.4)





4.3 AKTIVNÍ BEZPEČNOST – ZASKLENÍ ODOLNÁ VŮČI ÚTOKU

4.3.1 Úvod

Bezpečnost je základní lidskou potřebou. Vlastní obytný prostor má být nejen komfortní a chránit před větrem a počasím, ale také poskytovat bezpečí a ochranu. Každodenní zprávy o sériích vloupání zločineckými bandami, kriminalitě a teroru ovlivňují náš pocit bezpečí.

Svémi jedinečnými vlastnostmi a technologickými možnostmi může sklo jako materiál pomoci toto nebezpečí odvracet a nastolovat bezpečnost.

Zvláštní bezpečnostní zasklení pro různé druhy útoků jsou dána třemi evropskými normami z řady Sklo ve stavebnictví. Klasifikace se musí vždy provádět zkouškou na reprezentativních zkušebních tělesech.

Klasifikace zvláštních bezpečnostních zasklení

Norma	Sklo ve stavebnictví	Popis	Viz kapitolu
DIN EN 356	Bezpečnostní zasklení Zkoušení a klasifikace odolnosti proti ručně vedenému útoku	Ochrana proti prohození a prolomení	4.3.2
DIN EN 1063	Bezpečnostní zasklení Zkoušení a klasifikace odolnosti proti střelám	Ochrana proti střelbě	4.3.3
DIN EN 13541	Bezpečnostní zasklení Zkoušení a klasifikace odolnosti proti výbuchovému tlaku	Ochrana proti účinku výbuchu	4.3.4

i Od listopadu 2015 podporuje bankovní skupina KfW také jednotlivá opatření na ochranu proti vloupání. Majitelé a nájemci domů a bytů mohou požadovat podporu pro opatření na ochranu proti vloupání (např. instalace nebo dovybavení oken a dveří chránících proti vloupání, dovybavení oken uzavíratelnými držadly, blokování s hříblovou hlavicí atd.). Částka investice musí činit minimálně 500 Euro. Prvních 1000 Euro investičních nákladů umožňujících podporu je dotováno 20 %, další náklady 10 %. Podpora platí pro žadatele a budovu. O příspěvky je třeba žádat před realizací bezpečnostních opatření a je o ně možné žádat online u KfW na: <https://public.kfw.de/zuschussportal-web>. Stav 12/2017

4.3.2 Ručně vedený útok (prohození a prolomení)

Aby skleněné tabule úspěšně odolaly ručně vedenému útoku na zasklení, jsou opatřeny houževnatě pružnými mezivrstvami. Tak je proniknutí celého prvku ztíženo a téměř znemožněno. Skladba a tloušťka těchto vrstevných bezpečnostních skel (VSG) se řídí podle bezpečnostních požadavků. Skla bránící prohození a prolomení mohou být počtem skleněných vrstev a tloušťkou mezilehlých vrstev PVB přizpůsobena příslušným požadavkům na bezpečnost: Čím více vrstev skla a čím silnější mezivrstvy PVB, tím vyšší třída odporu.

Evropská norma DIN EN 356 popisuje zkušební postup a rozdělení do tříd pro odolnost zasklení proti ručně vedenému útoku. Pro určení třídy odolnosti skladby skla jsou ve zkušebních zařízeních za standardizovaných zkušebních podmínek shazovány z různých výšek na zkušební tělesa zasklení tvrdá padající tělesa (ocelové koule). V mechanických zařízeních jsou zkušební tělesa napadána nástroji jako sekera a kladivo. Podle dosažené odolnosti je zasklení zařazeno do třídy odolnosti.

Přřazení třídy odolnosti

Označení podle DIN EN 356	Třída odolnosti zasklení	Popis
Odolnost proti prohození	P1A P2A P3A P4A P5A	Ochrana před vloupáním, spontánním útokem a vandalismem (Odolnost od P1A do P5A vzestupně)
Odolnost vůči vloupání	P6B P7B P8B	Ochrana proti těžkým pokusům o útok za pomoci řezných nástrojů ze strany profesionálních pachatelů (odolnost od P6B do P8B vzestupně)

Okno se ovšem jednoduše použitím bezpečnostního zasklení nestane bezpečnostním oknem. Zloději chtějí předejit hluku a proto často neútočí na zasklení, ale zkoušejí násilně nadzdvihnout okenní křídla. Efektivní ochrana je tedy možná jen s kompletním sys-

témem vzájemně sladěných součástí. Rámy, kování, zasklení a upevnění musejí společně tvořit pevný bezpečnostní řetězec bez mezer. Zejména pro účinnost stavebního dílu je rozhodující odborná montáž do stavebního tělesa.

Vlastnosti oken a dveří chránící před vloupáním musejí být uvedeny v označení CE a prohlášení o výkonnosti. Pro klasifikaci stanoví řada evropských norem DIN EN 1627 až 1630 „Dveře, okna, lehké obvodové pláště,

mříže a okenice – Odolnost proti vloupání“ požadavky na ochranu proti vloupání a zkušební postup pro zjištění odolnosti za různých druhů zátěže. Čtyři normy této řady se jednotlivě týkají:

Řada norem pro klasifikace stavebních dilů

Norma	Dveře, okna, lehké obvodové pláště, mříže a okenice
DIN EN 1627	Odolnost proti vloupání – Požadavky a klasifikace
DIN EN 1628	Odolnost proti vloupání – zkušební metoda pro stanovení odolnosti při statickém zatížení
DIN EN 1629	Odolnost proti vloupání – zkušební metoda pro stanovení odolnosti při dynamickém zatížení
DIN EN 1630	Odolnost proti vloupání – zkušební metoda pro stanovení odolnosti proti manuálním pokusům o vloupání

Norma DIN EN 1627 definuje sedm tříd odolnosti RC (RC = resistance class): U tříd odolnosti RC 1 N, RC 2 N, RC 2 a RC 3 se vychází z příležitostných pachatelů, kteří jednoduchými nástroji útočí na okna a dveře. Pokud takoví útočníci narazí na odpor, často pokus o vloupání přeruší.

Jiné je to u tříd odolnosti RC 4, RC 5a RC6, u kterých musejí stavební díly odolat podstatně těžším útokům. Vloupání ze strany profesionálních zlodějských band jsou často cíleně plánována, používá se masivní, také řezný nástroj pro překonání stavebních dilů.



4.

Rozdílným třídám odolnosti oken jsou v normě DIN EN 1627 vždy přiřazena zasklení s třídami odolnosti podle DIN EN 356:

Typ	DIN EN 1627 2011-09	DIN V ENV 1627 1999-04	DIN EN 356	DIN 52290	VdS	Zkouška
Třída odolnosti	Okna/dveře nová	Okna/dveře stará	Zasklení nové	Zasklení staré	VdS*	Výška pádu zkušební koule 4110 g
Zasklení odolné proti prohození	RC 1 N Základní bezpečnost		žádný požadavek			
	RC 2 N Standardní bezpečnost	WK 2	žádný požadavek			
		WK 1	P1A	žádný požadavek		3 x 1,5 m
			P2A	A1		3 x 3,0 m
			P3A	A2		3 x 6,0 m
	RC 2 Standardní bezpečnost	WK 2	P4A	A3	EH01	3 x 9,0 m
	RC 3 zvýšená bezpečnost	WK 3	P5A			9 x 9,0 m
					EH02	9 x 12,5 m
						Údery sekerou
Zasklení odolné proti prolomení	RC 4 vysoká bezpečnost	WK 4	P6B	B1	EH1	30 – 50
	RC 5 oblast vysoké bezpečnosti	WK 5	P7B	B2	EH2	51 – 70
	RC 6 oblast vysoké bezpečnosti	WK 6	P8B	B3	EH3	přes 70

Poznámka: Pro okna dříve platné třídy WK (WK = třída odolnosti) podle DIN již neplatí, stejně jako dřívější klasifikace skla podle DIN (A1 až A3 a B1 až B3) byly kompletně nahrazeny evropskými normami.

*VdS: Svaz majetkových pojistitelů

Při zkoušce stavebních dílů podle DIN EN 1628 až 1630 pro zjištění třídy odolnosti je stanovením strany útoku stanovena orientace zasklení při instalaci. Takto certifikovaný stavební díl musí být vždy instalován s touto orientací.

Dodatečnou bezpečnost může zajistit kombinace vrstvených bezpečnostních skel s výstražnými systémy spouštějícími poplach (poplašné sklo). Mechanická zabezpečovací opatření se přitom přes zasklení kombinují s poplašným zařízením.

Klasifikace VdS v Německu

VdS Schadenverhütung GmbH je 100% dceřiná společnost Svazu německého pojišťovnictví (GDV). Podnik se zaměřuje na ochranu proti požáru, security, prevenci přírodních nebezpečí a cyber security. Technické zkušebny certifikují výrobky a poskytovatele služeb.

Ve směrnících VdS jsou formulovány požadavky na úroveň ochrany, které mimo jiné používá pojišťovnictví. Zohlednění směrnic VdS musí být v jednotlivém případě sjednáno. Pro sklo, okna a fasády jsou relevantní následující směrnice VdS:

Směrnice VdS	Název	Týká se
VdS 2163	Zasklení odolná proti vloupání Požadavky a zkušební metody	Zasklení pro okna odolná proti vloupání (= zasklení proti vloupání podle DIN EN 356)
VdS 2534	Fasádní prvky odolné proti vloupání Požadavky a zkušební metody	Fasádní prvky jako dveře, brány, okna, rolety, mříže nebo stěnové dílce s ochranou proti vloupání

Ochranné třídy podle VdS se vztahují k evropským normám, nemají ale stejné pokrytí s třídami odolnosti, které jsou v nich definované.

Bližší informace najdete ve výše uvedených směrnících, které jsou bezplatně k dispozici na www.vds.de.



4.

4.3.2.1 Zasklení odolná proti prohození

Zasklení chránící proti prohození chrání před vloupáním a vandalismem v budovách. Odvracejí takzvaný spontánní útok na jednotku zasklení. Norma DIN EN 356 definuje pět tříd odolnosti se stoupajícím ochranným účinkem.

Zkušební metoda vychází z těžkých střel. V případě zkoušky s pádem koule se použijí kovové koule o průměru 10 cm a hmotnosti 4,11 kg. Zkouška z určité výšky pádu je pokládána za úspěšnou, když upnutý vzorek skla není ani při třetím pokusu koulí proražen.

Třídy odolnosti proti prohození

Třída odolnosti podle DIN EN 356	Výška pádu koule	Počet koulí
P1A	1500 mm	3
P2A	3000 mm	3
P3A	6000 mm	3
P4A	9000 mm	3
P5A	9000 mm	9



Kovová koule: Hmotnost 4,11 kg
Průměr: 10 cm
Zkušební formát VSG: 900 x 1100 mm
Provedení: 3 padající tělesa ze stejné výšky do trojúhelníku nárazu

4.3.2.2 Zasklení odolná proti prolomení

Zasklení chránící proti prolomení by měla odvrátit těžké útoky, k nimž může dojít i za pomoci řezných nástrojů. Typickými oblastmi použití jsou klenotnictví a starožitnosti, muzea a galerie, IT centra, zařízení pro výkon trestu. Norma DIN EN 356 definuje tři třídy odolnosti se stoupajícím ochranným účinkem.

o hmotnosti 2 kg. Přitom se zjišťuje počet úderů, které jsou potřeba k vyražení otvoru o velikosti 400 x 400 mm ve zkušebním tělese o formátu 900 x 1100 mm. Stroj vede sekeru definovanou dopadovou rychlostí cca 11 m/s a dopadovou energií cca 300 J proti vzorku skla. Třída odolnosti proti prolomení vyplývá z druhu namáhání a počtu provedených úderů sekerou. Vyzkoušená skladba VSG je klasifikována nejnižší hodnotou třídy odolnosti, která byla zjištěna u tří vzorků.

Zkouška se provádí strojem se sekerou, který má simulovat útok ručně vedenou sekerou

Třídy odolnosti proti prolomení

Třída odolnosti podle DIN EN 356	Počet úderů sekerou
P6B	30 až 50
P7B	51 až 70
P8B	přes 70



Hmotnost sekery: 2 kg
Zkušební formát VSG: 900 x 1100 mm
Provedení: Počet úderů pro otvor 400 x 400 mm

4.3.3 Zasklení odolná proti střelbě

Odolnosti bezpečnostního skla proti střelbě je dosahováno stejně jako odolnosti proti manuálně vedenému útoku pomocí vrstvených bezpečnostních skel s různě silnými tabulemi skla a vícevrstvími fóliemi z materiálu vysoce odolného proti roztržení. Podle typu a skladby odolají tato skla různým typům zbraní. Sklo odolné proti střelbě se označuje jako pancéřové sklo. Na základě své skladby nabízejí tato zasklení povinně také vylepšenou ochranu proti prolomení.

Evropská norma DIN EN 1063 popisuje zkušební metodu a rozdělení do tříd pro odolnost zasklení proti střelbě.

Zasklení je pokládáno za odolné proti střelbě, pokud při zkoušce za standardizovaných podmínek brání proniknutí střel různého druhu munice. Zkouška se provádí třemi střelami určité ráže do vzorku skla o rozměrech 500 x 500 mm, při stanoveném intervalu mezi výstřely. Střelba se provádí z krátkých střelných zbraní z 5 m a u kulovnic a brokovnic ze vzdálenosti 10 m.

Norma definuje sedm tříd odolnosti BR (BR = bullet resistance) a dvě třídy odolnosti SG (SG = shot gun).



Třídy odolnosti ochrana proti střelám

Třída odolnosti	Kategorie	Druh zbraně	Ráže
BR 1 - S/NS	Krátké palné zbraně a kulovnice	Zbraň (kulovnice)	0,22 LR
BR 2 - S/NS		Pistole (krátká palná zbraň)	9 mm Luger
BR 3 - S/NS		Revolver (krátká palná zbraň)	0.357 Magnum
BR 4 - S/NS		Revolver (krátká palná zbraň)	0.44 Rem. Magnum
BR 5 - S/NS		Zbraň (kulovnice)	5,56 x 45
BR 6 - S/NS		Zbraň (kulovnice)	7,62 x 51 (měkké jádro)
BR 7 - S/NS		Zbraň (kulovnice)	7,62 x 51 (tvrdé jádro)
SG 1 - S/NS	Brokovnice	Puška	12/70 (1 zásah)
SG 2 - S/NS		Puška	12/70 (3 zásahy)

Dodatek netříštivé NS (NS = no spall) a tvorba úlomků S (S = spall) označuje, zda se v blízkosti tabule mohou zdržovat osoby. Netříštivá skla odolná vůči výstřelům (NS) se musejí používat všude tam, kde by se v závažném případě mohly bezprostředně za tabulí zdržovat osoby.

Také pro odolnost vůči výstřelům jsou stavební díly jako okna nebo dveře analogicky k manuálně vedenému útoku zkoušeny a

klasifikovány podle evropských norem. Příslušným třídám odolnosti stavebních dílů jsou přiřazeny třídy minimální odolnosti skla podle DIN EN 1063.

Skla odolná proti střelbě se používají pro policii, justici a ve vojenské oblasti, pro politiku a v bankovníctví, ale také v průmyslu a jiných ohrožených oblastech ochrany objektů a osob.





4.3.4 Zasklení odolná proti výbuchu

Za skly odolnými proti explozi jsou osoby chráněny před rázovými vlnami exploze výbušniny. Ochranný účinek se ovšem musí posuzovat v souvislosti se všemi sousedními stavebními díly, protože závisí nejen na samotném skleněném výrobku, ale ve zvláštní míře také na instalaci skla, příp. stavebního prvku.

Evropská norma DIN EN 13541 popisuje zkušební metodu a rozdělení do tříd pro odolnost zasklení proti účinku výbuchu. Třídy odolnosti skel slouží pro předvýběr vhodného zasklení pro zkoušku kompletních stavebních dílů.

Při zkoušce jsou na vzorcích skla ve formátu 900 x 1100 mm simulovány kolmo na ně působící účinky náloží trhavin ekvivalentních k TNT. Potřebný tlakový ráz se vytváří v rázové trubce nebo podobném zařízení, aby se napodobila detonace nálože trhaviny. Přitom se zjistí pozitivní maximální tlak odrazivé rázové vlny, kterému zasklení odolá po dobu působení cca 20 milisekund. Podle druhu namáhání vznikají různé třídy odolnosti.

Norma definuje čtyři třídy odolnosti ER (ER = explosion resistance).

4.

Třídy odolnost vůči výbuchu

Třída odolnosti	Minimální hodnota pozitivního maximálního tlaku odrazivé rázové vlny	Minimální hodnota pozitivního specifického impulzu	Minimální délka pozitivní tlakové fáze
ER 1 - S/NS	50 – 100 kPa	370 – 900 kPa · ms	> 20 ms
ER 2 - S/NS	100 – 150 kPa	900 – 1500 kPa · ms	> 20 ms
ER 3 - S/NS	150 – 200 kPa	1500 – 2200 kPa · ms	> 20 ms
ER 4 - S/NS	200 – 250 kPa	2200 – 3200 kPa · ms	> 20 ms

Zasklení odolná proti výbuchu se používají ve veřejných budovách, elektrárnách, letištích, vojenských zařízeních a velvyslanectvích.

I zde označuje dodatek netříštivé NS a tvorbu úlomků S, zda se v blízkosti tabule mohou zdržovat osoby.

4.4 Protipožární sklo

4.4.1 Úvod

Stavební požární ochrana chrání lidské životy před ohněm, kouřem a vyzařováním horka a chrání domovní fond před zničením. Protipožární zasklení a požární, příp. kouřové uzavěry s transparentními výplněmi hrají v preventivní stavební protipožární ochraně zásadní roli.

Floatová a ornamentní skla se při jednostranném působení horka požáru rychle rozpadnou a nemohou tak chránit před přeskokem požáru a kouřem. Protipožární skla jsou speciální bezpečnostní skla, která poskytují přesně tuto ochranu. Brání tak šíření požáru a kouře, ohraničují požární úseky a zajišťují práci hasičů a záchranných složek. Chrání

při evakuaci budov, slouží k ochraně materiálních hodnot a záchraně života. Přesto jsou protipožární zasklení transparentní stavební díly, umožňující tvorbu současné architektury. Vysoce účinná speciální skla dovolují účinné využití denního světla pro přirozené osvětlení a zajišťují současně obsáhlou bezpečnost.

Náročná a komplexní oblast požární ochrany vyžaduje detailní znalost norem a předpisů, zkušebních metod a produktů. Přitom jsou pro hodnocení stavebních děl a jejich požárních vlastností rozhodující vždy dva aspekty: Chování samotného stavebního dílu při požáru a ochrana proti požáru stavebním dílem.



4.4.2 Normy a klasifikace

Podle evropského nařízení pro stavební výrobky (EU-BauPVO) č. 305/2011, platného od 1.7.2013, patří požární ochrana k sedmi důležitým základním požadavkům na stavby. Tyto základní požadavky musejí být při normální údržbě splněny během ekonomicky přiměřené doby.

Požární ochrana musí být navržena a provedena takovým způsobem, aby při požáru

- bylo možné předpokládat nosnost stavby po určitou dobu,
- byl omezen vznik a šíření ohně a kouře v rámci jedné stavby,
- bylo omezeno šíření ohně na sousední stavby,
- obyvatelé mohli stavbu opustit nebo být zachráněni jinými opatřeními,
- byla zohledněna bezpečnost záchranných týmů.

Schválení výrobků pro požární ochranu je možné jen požárními zkouškami, které odpovídají normě a jsou reprodukovatelné. Klasifikace požární odolnosti udává, jak dlouho může stavební díl bránit šíření kouře, plamenů nebo jedovatých plynů a průchodu tepla.

Zásadně musí být při požární zkoušce vždy zkoušena celá konstrukce jako systém. K protipožárnímu systému patří vedle zasklení také rám, popř. nosná konstrukce, držáky, upevnění a těsnění.

V mezidobí byla vypracována obsáhlá evropská norma na téma požární ochrany. Stejně jako pro jiné oblasti použití existují klasifikační normy, které pro jednotlivé požadavky stanoví třídy, zkušební normy, které definuje jednotný zkušební postup a normy výrobků, které shrnují, jaké zkušební a klasifikační normy se použijí pro určitý výrobek a co všechno se musí udělat pro hodnocení shody, prohlášení o výkonnosti a označení CE.

Nejdůležitější evropské normy k tématu požární ochrana

Norma	Název	Popis
DIN EN 13501-2	Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických zařízení	Postup pro klasifikaci stavebních výrobků a stavebních dílů na základě výsledků zkoušek požární odolnosti a zkoušek nepropustnosti kouře podle přímé oblasti použití příslušné zkušební metody. V této evropské normě je rovněž ošetřena klasifikace na základě rozšířené oblasti použití výsledků zkoušek.
DIN EN 1363-1	Zkoušení požární odolnosti Část 1: Všeobecné požadavky	Všeobecné principy pro určení délky požární odolnosti různých stavebních dílů, které jsou za normovaných podmínek vystaveny ohni. Tak se posuzuje chování zkušebního tělesa za definovaného namáhání teplem a podmínek tlaku. Schopnost stavebního dílu odolat vysokým teplotám je tak možné kvantifikovat a posoudit např. nosnost, uzavření prostoru a tepelnou izolaci (ochrana před působením horka).
DIN EN 1364-1	Zkoušení požární odolnosti nenosných prvků Část 1: Stěny	Ve spojení s DIN EN 1363-1 stanoví norma postup pro určení délky požární odolnosti nenosných vnitřních a vnějších stěn se zasklením a bez něj a pro nenosné skleněné stěny, při působení plamene zevnitř směrem ven. (Neplatí pro závěsové stěny a nenosné stěny s dveřmi)
DIN EN 1364-3	Zkoušení požární odolnosti nenosných prvků Část 3: Závěsové stěny – Celé sestavy	Platí ve spojení s DIN EN 1363-1, postup pro závěsové stěny typu B. Požární namáhání zevnitř ven. (Neplatí pro dvojité fasády, systémy pro obložení fasád a zadem odvětrávané fasádní systémy na vnějších stěnách)
DIN EN 1364-4	Zkoušení požární odolnosti nenosných prvků Část 4: Závěsové obvodové stěny – částečná sestava	Postup pro určení délky požární odolnosti dílů závěsové obvodové stěny a krajového těsnění. Pro parapetní panely a podepřené parapety, pro krajové těsnění, ukotvení na stropní prvek a kombinace těchto prvků. Základem pro klasifikaci závěsových obvodových stěn typu A. (Neplatí pro dvojité fasády, systémy pro obložení fasád a zadem odvětrávané fasádní systémy na vnějších stěnách)

Norma	Název	Popis
DIN EN 1634-1	Zkoušení požární odolnosti a kouřotěsnosti sestav dveří, vrat, uzávěrů, otevíravých oken a prvků stavebního kování – část 1: Zkoušky požární odolnosti sestav dveří, vrat, uzávěrů a otevíravých oken	Platí ve spojení s DIN EN 1363-1, zkušební postup pro určení délky požární odolnosti oken, dveří, bran a uzávěrů.
DIN EN 1634-3	Zkoušení požární odolnosti dveřních a uzávěrových sestav Část 3: Kouřotěsné dveře a uzávěry otvorů	Zkušební postup pro zjištění úniku studeného a teplého kouře z jedné strany uzávěru na druhou za stanovených zkušebních podmínek. Pro uzávěry k zabránění pohybu kouře v případě požáru, pro šachetní dveře.
DIN EN 16034	Dveře, vrata a otevíravá okna Norma výrobku, funkční vlastnosti – Charakteristiky požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti	Platí v souvislosti s evropskou produktovou normou DIN EN 14351-1, která udává všechny ostatní výkonnostní charakteristiky pro okna a venkovní dveře, kromě požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti. DIN EN 16034 stanoví bezpečnostní a výkonnostní požadavky nezávislé na materiálu, které platí pro výrobky pro rozdělení prostoru na požární a/nebo kouřové úseky a pro použití v únikových cestách, tj. pro vrata, rolovací vrata, ovladatelné protipožární závěsy, dveře a okna. (Neplatí pro pevná zasklení)
Řada norem DIN EN 15269-...	Rozšířená aplikace výsledků zkoušek požární odolnosti a/nebo kouřotěsnosti sestav dveří, uzávěrů a otevíravých oken včetně jejich prvků stavebního kování Části 1 až X	Základy a metodika pro jednotlivé, speciálně posuzované typy výrobků, pro rozšíření oblasti použití výsledků zkoušek podle EN 1634-1 a/nebo EN 1634-3.

4.

Od listopadu 2016 je možné okna, dveře a vrata s ochranou proti ohni a/nebo kouři na základě evropské produktové normy DIN EN 16034 opatřit označením CE. K tomu musejí být stavební díly vyzkoušeny příslušnými zkušebními normami (viz tabulku, DIN EN 1634-1 pro požární odolnost, DIN EN 1634-3 pro kouřotěsnost a DIN EN 1191 pro samouzavírací vlastnost) a klasifikovány v souladu s DIN EN 13501-2. Během fáze koexistence jsou alternativně ještě možná národní značení. Po uplynutí fáze koexistence, od 1.11.2019, je označení CE povinné.

Z nových evropských norem vyplývají pro zúčastněné na výrobcích změněné povinnosti. Pro schválení výrobků pro požární ochranu musí být od začátku zapojen notifikovaný subjekt pro osvědčení výrobku, který je pro relevantní zkoušky akreditován a notifikován. Ovšem díky evropské harmonizaci a označení CE se nyní výrobcům protipožárních prvků nabízí snazší přístup na vnitřní trh EU.

Produktová norma stanoví, kdo má co dělat. Protože se u stavebních dílů pro požární ochranu jedná o výrobky bezpečnostně relevantní, je pro postup pro hodnocení a zkoušky odolnosti výkonu stanoven systém 1. U systému 1 je mj. předepsán externí dohled s ročními kontrolami. Oznámený subjekt pro osvědčení výrobků je jako odborný dohled odpovědný za zkoušky, klasifikace a sledování. Stanoví skupiny výrobků a zkušební programy a vypracovává zprávu pro klasifikaci a rozšíření oblasti použití (EXAP = extended application). Pak oznámený subjekt pro osvědčení výrobků provádí při první návštěvě u výrobce výrobní kontrolu v závodě. Teprve pak je možné vystavit „Certifikát na potvrzení stálosti vlastností“, který je základem pro prohlášení o vlastnostech stavebního výrobku a označení CE.

Svým podpisem na prohlášení o vlastnostech stavebního výrobku přebírá výrobce požárně odolných stavebních dílů plné ručení za správnost jeho hodnot a údajů.



Vzhledem k tomu, že není možné ověřit všechny možné kombinace, existují pravidla, jak je možné přenést výsledky zkoušek na varianty výrobku. Takzvaná zpráva EXAP (EXAP = extended application) upravuje, jaké změny konstrukčních detailů prokázaných technickými zkouškami požárně odolných stavebních dílů jsou přípustné. Společně s výsledky zkoušek tvoří zpráva EXAP základ pro závěrečnou klasifikaci stavebních dílů (skupina výrobků) ohledně třídy požární odolnosti a kouřotěsnosti.

Vnitrostátní pravidla (Německo)

V Německu se pro protipožární zasklení dají přechodně použít ještě následující normy DIN (stav 2017).

Norma	Označení
DIN 4102-5	Chování stavebních látek a stavebních dílů při požáru; protipožární uzávěry, uzávěry ve stěnách výtahových šachet a zasklení odolná proti požáru, pojmy, požadavky a zkoušky
DIN 4102-13	Chování stavebních látek a stavebních dílů při požáru; protipožární zasklení; pojmy, požadavky a zkoušky

Přetrvávající mezery a nedostatky označení CE, které nepostačují v Německu požadované vysoké úrovni ochrany stavebních výrobků a staveb, mají být až do jejich odstranění překlenuty dodatečnými údaji vztahujícími se k dané stavbě.

Podle zemských stavebních řádů (LBO) jednotlivých spolkových zemí musejí být dodržována veřejně sdělená technická pravidla

Německého institutu pro stavební techniku (DIBt). V současnosti se systém seznamů stavebních pravidel přeprocovává. Za tímto účelem byl vytvořen nový vzorový správní předpis Technické určení stavby (MVV TB), který má v budoucnu definovat minimální požadavky. Protože přeměna není dokončena a ještě jsou otevřené některé otázky, není tento systém na tomto místě blíže pojednáván. Pro další informace viz www.dibt.de.



4.

4.4.3 Třídy požární odolnosti

Podle evropské normy DIN EN 13501-2 se požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb třídou požární odolnosti udává pomocí kombinace písmen a čísel. Použité zkratky jsou převzaty z francouzštiny.

Klasifikace

Podle EN	Vlastnost	Popis	Dosud podle DIN
E	Étanchéité = uzavření prostoru	Klasifikuje stavební díly s funkcí oddělení prostoru, které si tuto schopnost při namáhání požárem zachovají po určitý čas, aniž by přenášely plameny nebo značná množství hor- kých plynů a kouře na stranu odvrácenou od požáru.	G
I	Isolation = tepelná izolace*)	To samé, navíc s omezením povrchové teploty na straně odvrácené od požáru. Zvýšení teploty nesmí v průměru být o více než 140 K (maximální jednotlivá hodnota max. 180 K) nad výstupní teplotou.	F
R	Résistance = nosnost	Klasifikuje nosnost stavebního dílu při namáhání požárem a dodatečném zatížení (náraz/tah). (Pro sklo není relevantní, protože sklo nemůže převzít nosnou funkci)	

*) V souvislosti s požární ochranou se pod pojmem „tepelná izolace“ rozumí ochrana před působením horka požáru.

Klasifikaci je možné rozšířit o následující kritéria:

- W Pokud je k omezení sálání navíc posu-
zováno průběžné sálání (možné pouze v
kombinaci s klasifikací E).

M Když jsou zohledněna zvláštní mechanic-
ká působení.
- C Pro pohyblivé požární uzávěry, kterou
jsou vybavené samouzavíráním.

S Pro stavební díly se zvláštními omezení-
mi propustnosti kouře.

Číslo uvedené za písmeny představuje pří-
slušnou minimální délku odolnosti stavební-
ho dílu vůči působení ohně a kouře. Udává
klasifikovanou dobu požární odolnosti staveb-
ního dílu např. 30, 60, 90 nebo 120 minut.

Pro světlo propouštějící stavební díly ve svis-
lém, nakloněném nebo vodorovném provede-
ní jsou relevantní třídy požární odolnosti E,
EW a EI.

Třídy požární odolnosti

Třída požární odolnosti	Podle DIN EN 13501-2	Podle DIN 4102-2	Vlastnosti zůstávají zachovány pro
Brání šíření ohně a kouře, ale průchod sálání tepla je možný	E 30	G 30	30 minut
	E 60	G 60	60 minut
	E 90	G 90	90 minut
	E 120	G 120	120 minut
Jako E, ale se sníženým průchodem sálání max. 15 kW/m²	EW 30		30 minut
	EW 60		60 minut
	EW 90		90 minut
	EW 120		120 minut
Brání šíření ohně a kouře a průchodu tepelného sálání, plus omezení teploty na straně odvrácené od požáru	EI 30	F 30	30 minut
	EI 60	F 60	60 minut
	EI 90	F 90	90 minut
	EI 120	F 120	120 minut

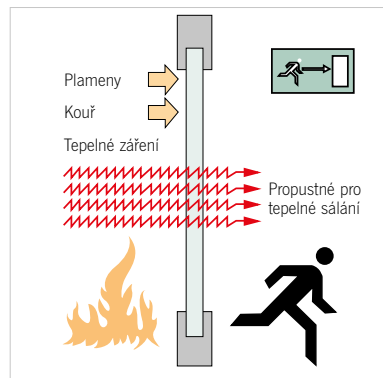
Protipožární zasklení EI 30 (F30) brání po
dobu minimálně 30 minut průchodu ohně a
kouře a chrání před průchodem horka, odpoví-
dá požadavku stavebního dozoru „odolné proti

ohni“. EI 60 (F60) je „vysoce odolné proti
ohni“ a EI 90 (F90) se použije v případě poža-
davku „ohnivzdorný“. EI 120 (F120) označuje
„odolnost vůči požáru po dobu 120 minut“.

Protipožární zasklení

Třída požární odolnosti E

Stavební díly propouštějící světlo ve svislém, nakloněném nebo vodorovném provedení, které podle jejich délky odolnosti proti požáru brání šíření plamenů a kouře. Průchod tepelného záření není omezený, proto existuje v případě požáru nebezpečí samovznícení předmětů za zasklením.



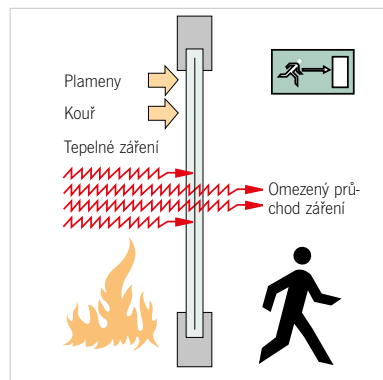
Třída požární odolnosti E je vyrobena ze sodnovápenatokřemičitého skla, které je k tomu speciálně tepelně předpjaté a zkoušené heat-soak testem. Tím je dosaženo vysoké odolnosti vůči střídání teplot a brání se tak předčasnému selhání v případě požáru.

Protipožární zasklení E představují účinné uzavření prostoru proti kouři a plamenům minimálně po dobu 30 minut.

Třída požární odolnosti EW

Stejně jako protipožární zasklení E poskytuje tato třída požární odolnosti uzavření prostoru proti plamenům a kouři, ale navíc se sníženým průchodem záření. Tak je strana odvrácená od požáru chráněna před nebezpečným zvýšením teploty. Procházející výkon záření nesmí překročit hodnotu 15 kW/m^2 .

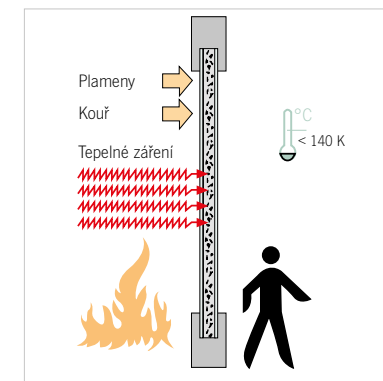
Pro třídu požární odolnosti EW se podle požadované délky požární odolnosti používají různé skladby skla.



Třída požární odolnosti EI

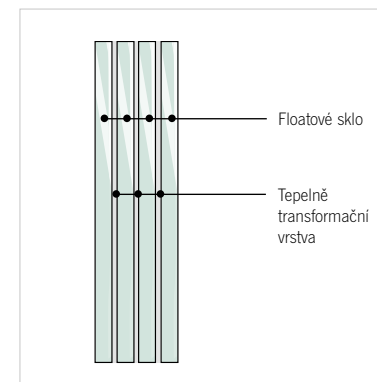
Stavební díly propouštějící světlo ve svislém, nakloněném nebo vodorovném provedení, které jsou určeny k tomu, aby podle své délky požární odolnosti nejen bránily šíření ohně a kouře, ale také průchodu tepelného záření a omezovaly teplotu na straně odvrácené od ohně. U tohoto nejvyššího požadavku není přípustný žádný významný přenos tepla, zvýšení teploty na straně odvrácené od ohně může být maximálně 140 K ve střední hodnotě (největší jednotlivá hodnota maximálně 180 K).

Pro třídu požární odolnosti EI se používají sendvičové struktury z několika floatových skel s mezivrstvami (tepelně transformační vrstvy), které pohlcují energii požáru. Vrstvy expandují a vytvářejí jako tepelný štít pevnou, houževnatou pěnovou desku, na které ulpívají úlomky floatového skla na straně k požáru.

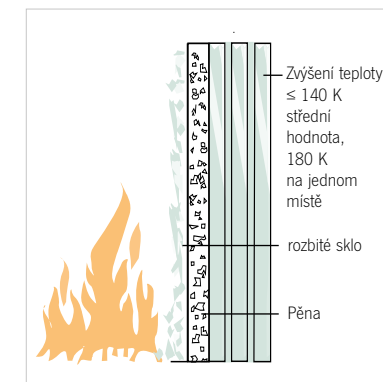


ru. Počet tepelně transformačních vrstev se řídí podle požadované délky odolnosti proti požáru.

Díky struktuře z vrstvených skel nabízejí tyto druhy skla navíc zvýšenou pasivní bezpečnost.



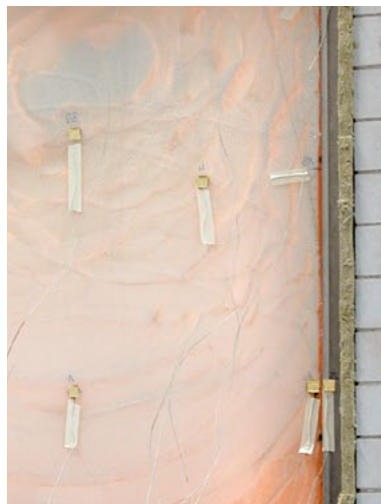
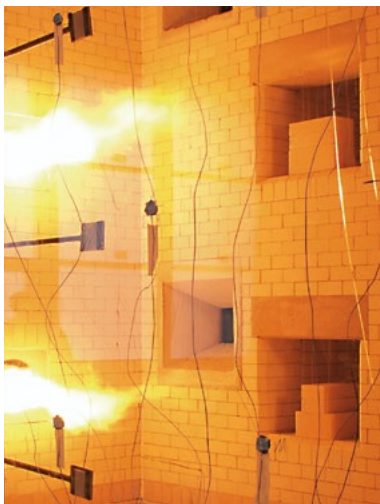
Schématická struktura protipožárního zasklení EI



V případě požáru se voda ve vrstvě vypaří, za použití z velké části tepelné energie se vytváří pevná, houževnatá pěnová deska.

4.

Zkouška protipožárního zasklení třídy požární odolnosti EI



Na levém obrázku je zachyceno protipožární zasklení, které je na začátku zkoušky ještě transparentní. Se stoupající dobou působení plamene reagují tepelně transformační vrstvy napětím tlumícím energii

a vytvářejí tak tepelný štít. Tím je zajištěno uzavření prostoru (E) a tepelná izolace (I). Na pravém obrázku je protipožární zasklení po době působení plamenů přes 30 minut.

Označení protipožárních zasklení

Každé schválené protipožární zasklení musí být na rámu opatřeno štítkem z ocelového plechu, do které jsou trvale vyraženy následující údaje:

- Název výrobce
- Označení typu výrobku zasklení
- Třída požární odolnosti
- Číslo schválení
- Rok výroby

4.





5. Skleněné aplikační výrobky SANCO

Společnost SANCO sází na multifunkční izolační sklo

Spektrum výrobků SANCO zahrnuje izolační skla pro nízkoenergetické stavby, tepelnou a protihlukovou izolaci, ochranu proti slunečnímu záření a bezpečnost. Hlavní předností výrobků SANCO je ovšem vysoká schopnost kombinace nejrůznějších funkčních charak-

teristik. Energetická účinnost, ochrana proti slunečnímu záření, zvuková izolace, bezpečnost a vynikající optika, to vše je možné spojit do aktivních funkčních jednotek. Tak budou splněny všechny současné i budoucí požadavky.

5.1

TEPELNÁ IZOLACE

Velkoryse prosklené prostory odpovídají dnešním představám o komfortu. V době uvědomělého vztahu k přírodě a životnímu prostředí již čistě estetické požadavky nestačí. Od moderního tepelně izolačního zasklení se dnes požaduje mnohem více.

Počátkem 80. let bylo okno a tím i zasklení pokládáno za „energetickou díru“. V mezidobí dosáhlo úsilí o zlepšení tepelně izolační hodnoty izolačních skel výrazného pokroku. Ještě nedávno byla standardem hodnota U 1,1 W/m²K.

Dnes se ovšem stále více prosazují izolační trojskla s hodnotami U 0,7 až 0,5 1,1 W/m²K. Díky tomu se zasklení stalo rozhodujícím stavebním dilem, který je roven izolačním schopnostem zdiva.

To otevírá nové perspektivy. Srovnáním povrchové teploty zasklení s ostatními stavebními díly odpadají nepříjemné projevy tahu v blízkosti okna. To umožnilo moderní, velice účinné technologie stavby budov jako jsou pasivní domy, energeticky nulové a plusové koncepty.

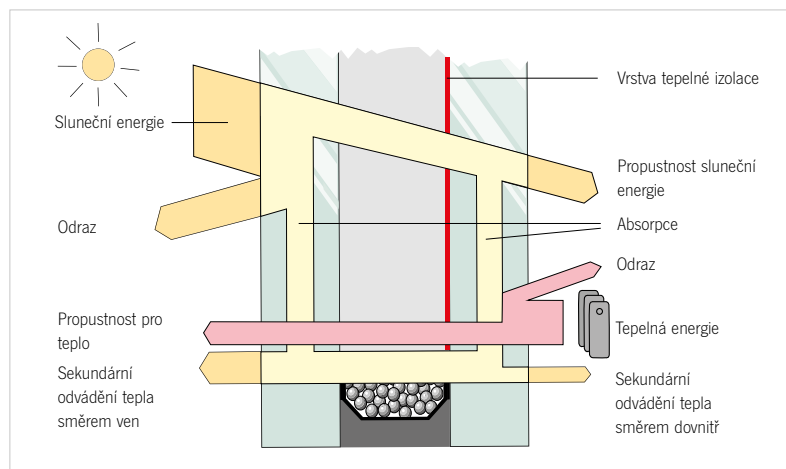


Způsob fungování tepelně izolačního skla SANCO

Úspora energie díky high-tech sklu

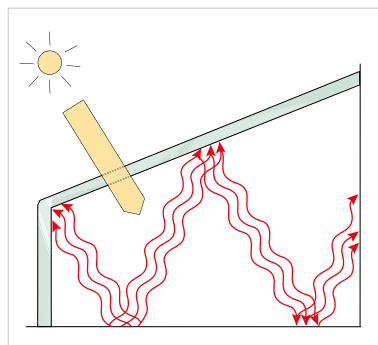
Tepelně izolační vrstva SANCO má tu vlastnost, že krátkovlnné záření (sluneční energii) propouští téměř neomezeně, dlouhovlnné záření, jako např. topné nebo tělesné teplo, naopak odráží. Tabule je tak pro větší část tepelného záření nepropustná. Teplo je zadržováno v místnosti, ztráta energie se tak zásadně snižuje.

Pro optimalizaci tepelné izolace se ve společnosti SANCO zpravidla meziskelní prostor vyplňuje tepelně izolačním plynem. Hodnota tepelné izolace u tabule SANCO je více než dvakrát lepší než u konvenční tabule izolačního skla.

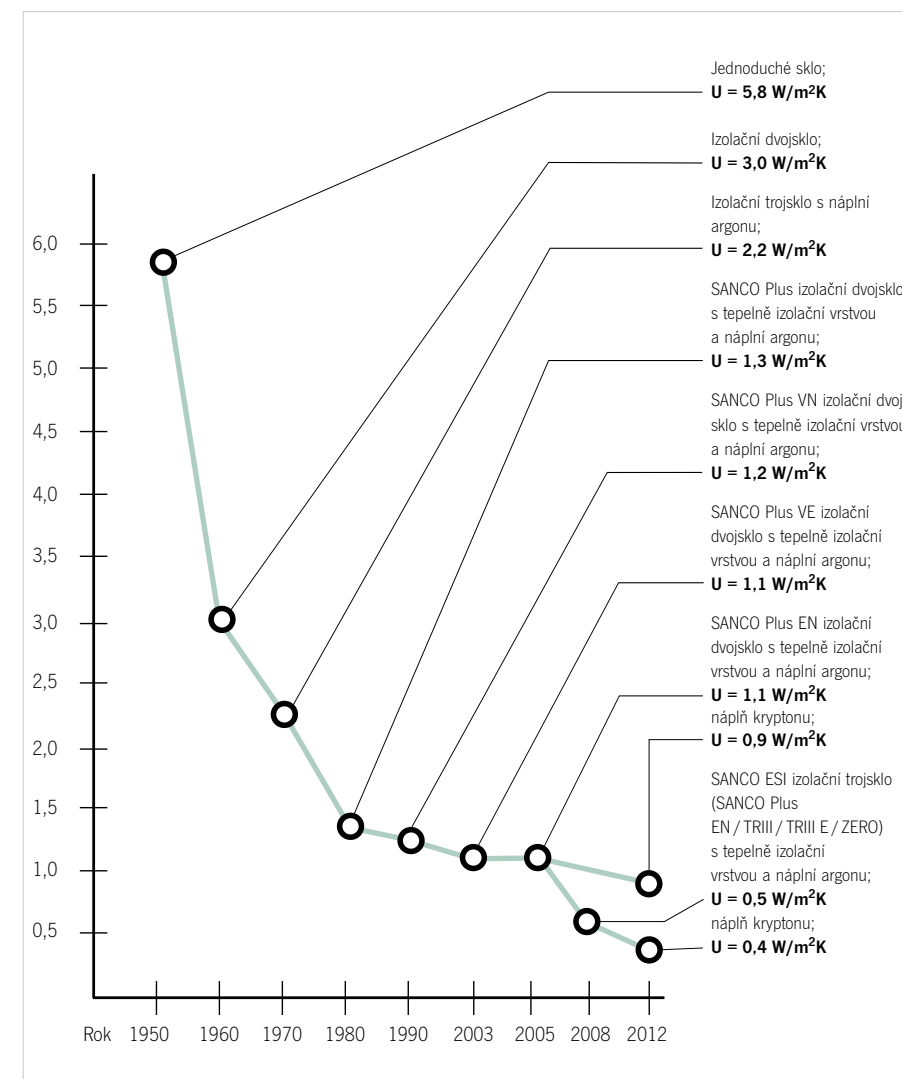


Energetický zisk při slunečním záření

Krátkovlnná sluneční energie (300–3000 nm) může zasklením pronikat téměř neomezeně. Dopadá na stěny, podlahy a zařízení a tyto zahřívá, tj. krátkovlnné sluneční záření se mění na dlouhovlnné infračervené (cca 7000 nm). Pro to je ale sklo nepropustné, tepelné záření je pohlcováno, příp. odráжено zpět do místnosti. Teplo zůstává v místnosti.



Tvorba hodnoty U u izolačních skel SANCO



5.1.1 **SANCO Plus EN2 / SANCO SILVERSTAR EN2plus**
Tepelně izolační sklo

5.

Barevně neutrální tepelně izolační sklo SANCO Plus EN2 je důležitým příspěvkem, jak čelit plýtvání fosilními palivy. Nízké hodnoty U_g trvale snižují tepelné ztráty u okna a splňují tak vysoké zákonné požadavky na energetickou úspornost. Navíc vysoká hodnota G skla SANCO Plus EN2 využívá slunce jako dodatečný zdroj topné energie. To vede k citelně sníženým nákladům na topení a díky vyšší povrchové teplotě skla u okna k lepšímu komfortu bydlení. Kromě toho našemu životnímu prostředí prospívají nižší emise CO_2 .

Extrémní barevná neutralita skla SANCO Plus EN2 dává projektantům i stavebníkům větší prostor při estetickém utváření prosklení moderních budov. Obvyklé tepelně izolační vrstvy dosud způsobovaly u skel kvůli své vlastní barvě barevné změny v pohledu a průhledu. Díky nové vrstvě zůstává SANCO Plus EN2 čiré a zajišťuje nezkreslený výhled na přirozené, zářivé barvy. Technické kvality skla SANCO Plus EN2 doplňuje kombinace s jinými funkčními skly SANCO. Ideální sklo pro novostavby a renovace.



Tepelná izolace s SANCO Plus EN2 /
SANCO SILVERSTAR EN2plus

Typ	Skladba	Hodnota U_g podle DIN EN 673	Světelný činitel prostupu podle DIN EN 410	Celkový činitel prostupu sluneční energie podle DIN EN 410	Odras světla venku
	mm	W/m ² K	LT % (±2)	hodnota G % (±2)	LR % (±2)
SANCO Plus EN2	4 - 12AR - 4	1,3	82	64	12
SANCO Plus EN2	4 - 14AR - 4	1,2	82	64	12
SANCO Plus EN2	4 - 16AR - 4	1,1	82	64	12
SANCO Plus EN2	4 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,7	74	53	14
SANCO Plus EN2	4 - 14AR - 4 - 14AR - 4	0,6	74	53	14
SANCO Plus EN2	4 - 16AR - 4 - 16AR - 4	0,6	74	53	14
SANCO Plus EN2	4 - 18AR - 4 - 18AR - 4	0,5	74	53	14

5.

AR = argon
SANCO Plus EN2 vrstva u izolačního dvojskla na pozici 3, u izolačního skla na pozici 2 a 5

Technické hodnoty vypočteny pomocí glaCe. Hodnota U_g podle DIN EN 673 zjištěna pro svislou montáž.
Výňatek z programu izolační skla SANCO. Další skladby na www.sanco.de



5.1.2 **SANCO Plus ZERO NG / SANCO SILVERSTAR ZERO NG**
Tepelně izolační sklo

SANCO Plus ZERO NG se hodí pro velkorysá prosklení, jako např. u zimních zahrad nebo také do nízkoenergetických domů. Dvojitá skladba je také vhodným řešením pro renovace.

Vyšší komfort, nižší náklady na topení: Řešením je souhra nízké hodnoty U_g a vysoké hodnoty g . Vysoký stupeň účinnosti u tepelné izolace zajišťuje příjemné klima pro bydlení i práci,

např. díky vyšší povrchové teplotě skla uvnitř místnosti. Díky vysoké hodnotě g je navíc dosahováno vysokých solárních energetických zisků.

Je možné zkombinovat dodatečné zvláštní požadavky na zvýšenou protihlukovou ochranu, ochranu proti slunečnímu záření nebo větší bezpečnost. Díky tomu je toto sklo „jedničkou“ jako mnohostranná odpověď na otázky moderní energetické koncepce.



Tepelná izolace s SANCO Plus ZERO NG /
SANCO SILVERSTAR ZERO NG

Typ	Skladba	Hodnota U_g podle DIN EN 673	Světelný činitel prostupu podle DIN EN 410	Celkový činitel prostupu sluneční energie podle DIN EN 410	Odras světla venku
	mm	W/m ² K	LT % (±2)	hodnota g % (±2)	LR % (±2)
SANCO Plus ZERO NG	4 - 16AR - 4	1,0	76	54	15
SANCO Plus ZERO NG	4 - 16AR - 4 - 16AR - 4	0,5	65	41	22
SANCO Plus ZERO NG	4 - 12KR - 4 - 12KR - 4	0,4	65	41	22

AR = argon, KR = krypton
SANCO Plus ZERO NG vrstva u izolačního dvojskla na pozici 3, u izolačního trojskla na pozici 2 a 5

Technické hodnoty vypočteny pomocí gläCe. Hodnota U_g podle DIN EN 673 zjištěna pro svislou montáž.
Výňatek z programu izolačního skla SANCO. Další skladby na www.sanco.de



5.1.3 **SANCO Plus TRIII E / SANCO SILVERSTAR TRIII E**
Multifunkční izolační sklo pro pasivní domy

- Izolační trojsklo:
- energeticky účinné
 - komfortní
 - příjemné klima

SANCO Plus TRIII E je izolační trojsklo nejnovější technologie, které je již dnes vytvořeno pro požadavky tepelné izolace budoucnosti. Vrstvy SANCO Plus TRIII E

a okrajový spoj SANCO ACS jsou základními kameny pro zvýšení výkonnosti nového trojitého zasklení. Typické použití v novostavbách a při renovaci, v pasivních domech a v architektuře klimatických domů. Kombinace s vybavením pro zvukovou izolaci, zastínění a bezpečnost dáváji vzniknout multifukčnosti v té nejvyšší formě.



Tepelná izolace s SANCO Plus TRIII E / SANCO SILVERSTAR TRIII E

Typ	Skladba	Hodnota Ug podle DIN EN 673	Světelný činitel prostupu podle DIN EN 410	Celkový činitel prostupu sluneční energie podle DIN EN 410	Odras světla venku
	mm	W/m²K	LT % (±2)	hodnota G % (±2)	LR % (±2)
SANCO Plus TRIII E	4 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,8	73	62	18
SANCO Plus TRIII E	4 - 16AR - 4 - 16AR - 4	0,7	73	62	18
SANCO Plus TRIII E	4 - 12KR - 4 - 12KR - 4	0,6	73	62	18

AR = argon, KR = krypton
SANCO Plus TRIII E vrstva na pozici 2 a 5

Technické hodnoty vypočteny pomocí glaCe. Hodnota Ug podle DIN EN 673 zjištěna pro svislou montáž. Výřátek z programu izolační skla SANCO. Další skladby na www.sanco.de



5.1.4 Systémy okrajového spoje SANCO ACS / ACSplus

Rozhodující vylepšení v okrajovém spoji izolačního skla

Pomocí běžného hliníkového distančního rámečku většinou nelze dosáhnout hodnot požadovaných v nařízení o úsporách energie.

Rozhodujícího zlepšení u okrajového spoje je dosaženo pomocí SANCO ACS (anti condensation system). Okrajový spoj warm edge snižuje tepelné mosty konvenčních hliníkových distančních rámečků a zlepšuje tak charakteristiky oken a fasád, aniž by se změnila struktura okenního rámu.

Vedle úspor nákladů na topení se SANCO ACS vyznačuje až o 80 % nižší četností výskytu kondenzace. SANCO ACS optimalizuje tepelnou izolaci v okrajové části okna a pomáhá tak šetřit cennou topnou energii.

Instalace je možná do všech druhů oken, bez ohledu na to, zda je rám ze dřeva, plastu nebo kovu. Jsou možné kombinace skel pro vyšší ochranu proti hluku, proti slunečnímu záření a pro bezpečnost. Oblast použití je rozmanitá. Sahá od bytové výstavby a průmyslových staveb až po všechny druhy veřejných budov.

Funkce okrajového spoje izolačního skla

- Trvalé utěsnění SZR proti pronikající vlhkosti
- Zajištění rovnoměrného odstupu tabulí
- Kompatibilita s těsnicími látkami okrajového spoje
- Trvale žádné chemické reakce
- Umístění příček a jiných vestaveb do meziskelního prostoru



Rozmanitost systému SANCO ACS

Pod označením SANCO ACS jsou nabízeny různé systémy distančních rámečků, vylepšené z hlediska tepelné techniky.

Konstrukce systému		Systémy distančních rámečků
	Čistě kovový dutý komorový profil	Distanční rámeček z ušlechtilé oceli s různou tloušťkou a geometrií stěn, vyplněný vysoušedlem
	Duté komorové profily z plastu s kovovým zakrytím	Plastové distanční rámečky s různou tloušťkou a geometrií stěn, vyplněné vysoušedlem
	Přímo aplikované systémy „studené“	Distanční rámeček ze silikonové pěny s vysoušedlem integrovaným v materiálu, který se nanáší z válečku shora dolů.
	Přímo aplikované systémy „extrudované“	Termoplastický distanční rámeček, který je s vysoušedlem integrovaným v materiálu extrudován ze sudu a vstřikován

Systémy okrajového spoje SANCO ACS jsou k dostání s mnoha šířkami profilu pro všechny druhy skladeb izolačního skla. Některé systémy jsou k dispozici také v různých

barvách. Částečně jsou nabízeny příčky pro meziskelní prostor také v provedení, které je vylepšené z hlediska tepelné techniky.



5.2

PROTISLUNEČNÍ OCHRANA

V moderní architektuře s velkoplošnými, transparentními skleněnými fasádami hraje téma ochrany proti slunci ústřední roli. Příliš velký přísun energie v důsledku slunečního záření může rychle vést k nežádoucímu zahřátí prostor. Vysoce selektivní vrstvy na skle tomu účinně brání a tak teprve umožňují dnešní skleněnou architekturu. S protislunečními skly je možné splnit nejrozmanitější požadavky projektantů, architektů a stavebníků:

- Snížení přísunu sluneční energie
- Účinná ochrana před nežádoucím zahřátím prostoru
- Snížení potřeby energie na chlazení v létě
- Snížení spotřeby topné energie v zimě
- Větší pohodlí za příjemných teplotních poměrů
- Maximální přenos světla pro dobře osvětlené vnitřní prostory a minimalizovaná potřeba umělého osvětlení
- Brilantní optika, vyšší transparentnost a přirozená reprodukce barev

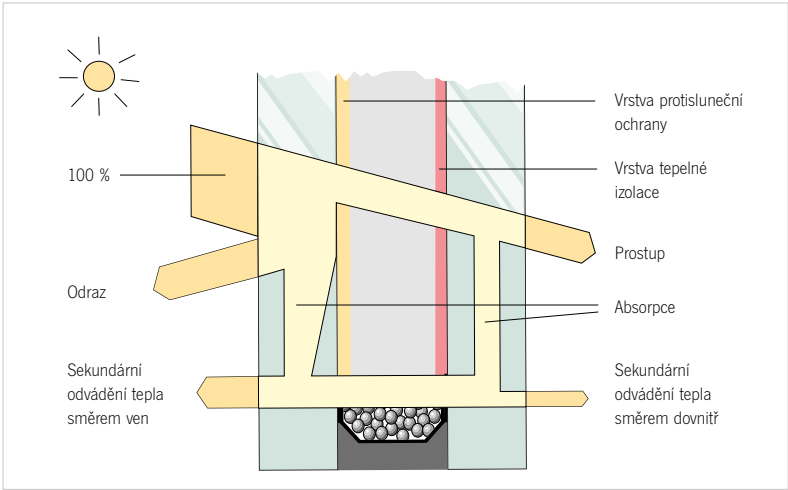
Pro každý takto náročný koncept fasády je možné cíleně plánovat a realizovat funkčnost vrstvy na skle a požadovanou estetiku. To přináší nový stupeň volnosti v projektování:

- Barevné vnější reflexe jako cílený tvůrčí prvek
- Homogenní náhled plochy díky barevně přizpůsobeným podokenním sklům

Požadavky na propustnost světla a energie jsou u moderních izolačních zasklení pro různé formy budovy velice rozmanité. Proto také neexistuje pouze jediná celoplošná vrstva pro všechna použití, ale pečlivě vyladěný program vrstev skel pro ochranu před teplem a slunečním zářením.

5.2.1 Způsob fyzikálního působení na záření u protislunečních skel
SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T

Protisluneční skla působí především tím, že odrážejí dopadající sluneční záření a snižují tak přívod energie do interiéru. Vrstvy jsou ale optimalizovány tak, aby i při nízké propustnosti energie zůstala propustnost pro viditelné světlo pokud možno vysoká. Pro dodržení energetických požadavků je potřeba dodatečná vrstva tepelné izolace.



Paleta ochrany proti slunci SANCO nabízí rozmanité možnosti pro tvorbu fasád. Skla s nízkým odrazem směrem ven nebo se silně reflexním vnějším pohledem jsou k dostání v nejrůznějších barvách. Je ale také možné vyhovět individuálním požadavkům ohledně barevně neutrálního pohledu na sklo, aniž by byla dotčena funkce ochrany proti slunci, a to prostřednictvím široké palety neutrálních skel.

Nová vrstva SANCO Sun WHITESHINE dodává skleněným fasádám zvláštní charakteristiku – neodolatelný vnější vzhled s bílo-stříbrnou reflexí pro individuální tvorbu fasád, vysokou propustnost světa a zároveň optimalizované klima v interiéru.

SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T
Izolační skla na ochranu proti slunci

Typ skla	Skladba	hodnota Ug podle DIN EN 673	Světelný činitel prostupu podle DIN EN 410	Celkový činitel prostupu sluneční energie podle DIN EN 410	Odraz světla vně podle DIN EN 410
	mm	W/m²K	LT % (±2)	hodnota G % (±2)	LR % (±2)
SANCO Sun Neutrální 50 T	6 - 16AR - 4	1,1	46	38	13
SANCO Sun Modrý 50 T	6 - 16AR - 4	1,1	44	36	21
SANCO Sun Modrý 30 T	6 - 16AR - 4	1,1	27	23	28
SANCO Sun Stříbro 20 T	6 - 16AR - 4	1,1	19	17	29
SANCO Sun WHITESHINE	6 - 16AR - 4	1,1	56	47	38
SANCO Sun WHITESHINE	4 - 14AR - 4 - 14AR - 4	0,6	52	41	40

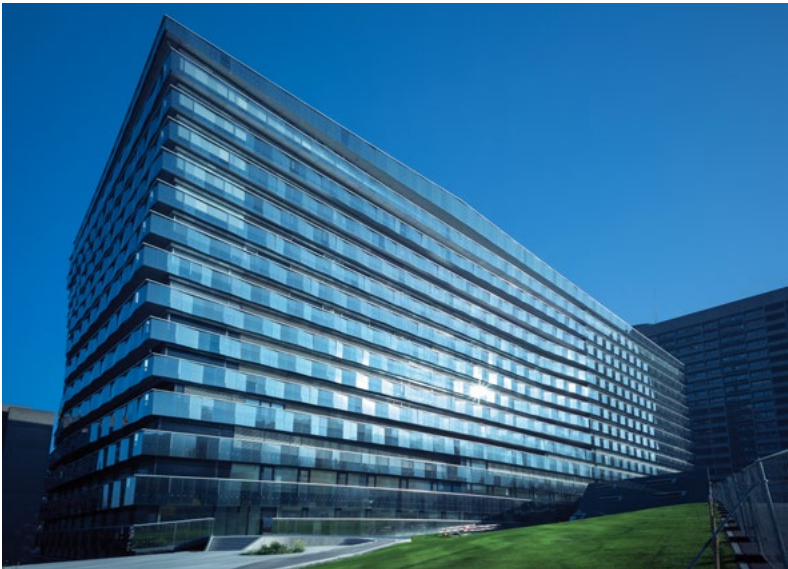
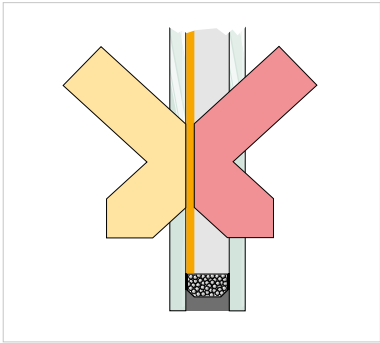
AR = argon, T = tepelně předpjaté kvůli vysoké absorpci
SANCO Sun vrstva na pozici 2 a SANCO vrstva tepelné izolace u izolačního dvojskla na pozici 3 u izolačního trojskla na pozici 3 a 5

Technické hodnoty vypočteny pomocí glaze. Hodnota Ug podle DIN EN 673 zjištěna pro svislou montáž.
Výňatek z programu izolační skla SANCO. Další skladby na www.sanco.de



5.2.2 **SANCO Sun COMBI / SANCO SILVERSTAR COMBI**
pro ochranu před slunečním zářením a tepelnou izolaci

Speciálně zkombinovaný balíček vrstev na pozici 2 zajišťuje jak dobrou ochranu před sluncem, tak optimální tepelnou izolaci. Díky tomu je dosaženo příjemného vnitřního klimatu jak v létě, tak v zimě.



SANCO Sun COMBI / SANCO SILVERSTAR COMBI
izolační skla na ochranu proti slunci s tepelnou izolací

Typ skla	Skladba	Hodnota Ug podle DIN EN 673	Světelný činitel prostupu podle DIN EN 410	Celkový činitel prostupu sluneční energie podle DIN EN 410	Odras světla venku podle DIN EN 410
	mm	W/m²K	LT % (±2)	hodnota G % (±2)	LR % (±2)
SANCO Sun COMBI 74/42	6 - 16AR - 4	1,0	74	42	12
SANCO Sun COMBI 70/35	6 - 16AR - 4	1,0	70	37	14
SANCO Sun COMBI 61/32	6 - 16AR - 4	1,0	61	34	13
SANCO Sun COMBI 60/27	6 - 16AR - 4	1,0	60	27	13
SANCO Sun COMBI 51/26	6 - 16AR - 4	1,0	51	27	16
SANCO Sun COMBI 41/21 T	6 - 16AR - 4	1,0	41	22	18
SANCO Sun COMBI Stříbro 32/21 T	6 - 16AR - 4	1,1	32	21	19
SANCO Sun COMBI 74/42	6 - 12AR - 4 - 12AR - 4	0,7	67	39	15
SANCO Sun COMBI 70/35	6 - 14AR - 4 - 14AR - 4	0,6	64	34	16
SANCO Sun COMBI 61/32	6 - 14AR - 4 - 14AR - 4	0,6	56	31	16
SANCO Sun COMBI 60/27	6 - 14AR - 4 - 14AR - 4	0,6	54	26	15
SANCO Sun COMBI 51/26	6 - 14AR - 4 - 14AR - 4	0,6	46	25	17
SANCO Sun COMBI 41/21 T	6 - 14AR - 4 - 14AR - 4	0,6	37	20	19
SANCO Sun COMBI Stříbro 32/21 T	6 - 14AR - 4 - 14AR - 4	0,7	29	19	22

AR = argon, T = tepelně předpjaté kvůli vyšší absorpci
SANCO Sun COMBI vrstva na pozici 2 a SANCO vrstva tepelné izolace u izolačního trojskla na pozici 5

Technické hodnoty vypočteny pomocí glaCe. Hodnota Ug podle DIN EN 673 zjištěna pro svislou montáž.
Výňatek z programu izolačního skla SANCO. Další skladby na www.sanco.de



5.3

PROTIHLUKOVÁ OCHRANA

Naše životní prostředí je stále hlasitější, soukromá i veřejná doprava trvale narůstá. Před hlukem není nikdo v bezpečí. Dokonce i klidné polohy mohou být ze dne na den vystaveny silnému zatížení hlukem.

Nepřeslechnutelný problém naší hektické doby. Především ve velkých městech, aglomeracích či u hlavních dopravních tahů

se nedá na příjemné ticho ani pomyslet. Důsledkem nepřipustné hladiny hluku v bytě a na pracovišti mohou být fyzické i psychické poruchy.

Použitím zvukově izolačního skla SANCO Phon je možné tomuto problému účinně čelit.



5.3.1 Zvukově izolační sklo SANCO Phon

Kombinací různých, asymetrických tlouštěk skla, náplní a meziskelních prostorů vznikají zvukově izolační skla SANCO Phon, která účinně působí proti zatížení hlukem. S vývojem lepených bezpečnostních skel, která se vyrábějí se speciální zvukově izolační fólií, došlo k průlomu ve prospěch akustických zasklení pro ty nejvyšší nároky. Za použití těchto lepených izolačních skel je dosahováno hodnot zvukové izolace až 51 dB v izolačním skle a zároveň jsou využity všechny bezpečnostně technické výhody běžné PVB fólie.



Izolační skla SANCO Phon

Typ	Skladby	Hodnota Ug podle DIN EN 673	Tloušťka prvku	Hodnota zvukové izolace
	mm	W/m²K	mm (cca)	Rw,P v dB
SANCO Phon 36/24	6 - 14AR - 4	1,1	24	36
SANCO Phon 38/30	8 - 16AR - 6	1,1	30	38
SANCO Phon 41/31	VSG 44.2 Phon - 16AR - 6	1,1	31	41
SANCO Phon 43/35	VSG 44.2 Phon - 20AR - 6	1,1	35	43
SANCO Phon 44/35	VSG 44.2 Phon - 16AR - 10	1,1	35	44
SANCO Phon 51/46	VSG 88.2 Phon - 16AR - VSG 66.2 Phon	1.1	46	51
SANCO Phon 39/42	8 - 12AR - 4 - 12AR - 6	0,7	42	39
SANCO Phon 41/44	10 - 12AR - 4 - 12AR - 6	07	44	41
SANCO Phon 43/45	VSG 44.2 Phon - 12AR - 4 - 12AR - 8	0,7	45	43
SANCO Phon 45/49	8 - 12AR - 6 - 12AR - VSG 55.2 Phon	0,7	49	45
SANCO Phon 47/48	VSG 44.2 Phon - 12AR - 6 - 12AR - VSG 44.2 Phon	0,7	48	47
SANCO Phon 51/55	VSG 66.2 Phon - 12AR - 6 - 12AR - VSG 66.2 Phon	0,7	55	51

AR = argon
Tepelně izolační vrstva SANCO u izolačního dvojskla na pozici 3, u izolačního trojskla na pozici 2 a 5

Technické hodnoty vypočteny pomocí glaCe. Hodnota Ug podle DIN EN 673 zjištěna pro svislou montáž.
Výňatek z programu izolační skla SANCO. Další skladby na www.sanco.de

i Měření vzduchové neprůzvučnosti ve zkušebně podle EN ISO 140-3 se provádí při zohlednění rozměrových tolerancí kontroly, nezávisle na směru instalace izolačního zasklení. Vyhodnocená míra zvukové izolace je tedy při zohlednění existujících tolerancí identická.



5.4 BEZPEČNOSTNÍ SKLO

SANCO Safe uzavírá slabá místa v domě, ohrožená vloupáním. Za pomoci různého vybavení jsou cíleně odvraceny různé scénáře útoku. Ochrana proti prohození, prolomení a prostřelení jsou normovaná kritéria, která musí bezpečnostní skla SANCO Safe splnit.

Aktivní ochrana se zabývá ochranou bytů, rodinných domů a vil, a také bank, klenotnictví a nákupních prostor, které jsou stále více předmětem vloupání a vandalismu. Vyšší

požadavky např. pro státní budovy, je možné rovněž splnit za pomoci dále vystupňované bezpečnostní techniky.

SANCO Safe pokrývá celou paletu soukromých a veřejných bezpečnostních požadavků na sklo. Kromě čistého potlačení útoku je možné bezpečnostní skla SANCO použít také jako ochranu proti pádu např. u zasklení zábradlí a výtahů s požadavky na ochranu osob.

SANCO Safe 	- ochrana proti prohození tříd odolnosti P1A – P5A - ochrana proti prolomení tříd odolnosti P6B – P8B - ochrana proti prostřelení tříd odolnosti BR a SG - bezpečnostní zasklení potlačující účinek výbuchu - Zasklení chránící proti pádu podle DIN 18008
SANCO DUR	Jednovrstvé bezpečnostní sklo
SANCO DUR TVG	částečně předpjaté sklo (jako monolitické sklo není bezpečnostní sklo)
SANCO Alarm	Jednovrstvé bezpečnostní sklo s elektricky vodivou smyčkou, spojenou s poplašným zařízením
SANCO LAMEX	Vrstvené bezpečnostní sklo
SANCO LAMEX X-STRONG	Vrstvené bezpečnostní sklo s až o 40 % zvýšenou nosností

SANCO LAMEX X-STRONG podstatně rozšiřuje možnosti použití VSG v mimořádně transparentní, filigránové architektuře. Při stejné síle celkové skaldby tabulí je možné nosnost zasklení u SANCO LAMEX X-STRONG zvýšit až o 40 %. Důsledek: Vrstvené bezpečnostní sklo a jeho nosná konstrukce mohou být dimenzovány podstatně menší. Výrobek umožňuje plánování větších rozpětí.

Vzhledem k tomu, že všechny funkční prvky podléhají menšímu namáhání, stoupá jejich trvanlivost, klesá spotřeba energie a materiálu při jejich výrobě. SANCO LAMEX X-STRONG má obecné schválení stavebního dohledu.

5.4.1 Zasklení chrání proti prohození a prolomení

Zasklení bránící proti prohození chrání před vloupáním a vandalismem v budovách. Odvrací takzvaný spontánní útok na jednotku zasklení. Zasklení chránící proti prolomení by měla odvrátit těžké útoky, k nimž může dojít i za pomoci řezných nástrojů.

Evropská norma DIN EN 356 popisuje rozdělení do tříd pro odolnost zasklení vůči ručně vedenému útoku.

Bezpečnostní skla SANCO Safe

Označení podle DIN EN 356	Popis	Třída odolnosti zasklení	Tloušťka mm	Typ skla
Ochrana proti prohození	Ochrana před vloupáním, spontánním útokem a vandalismem (Odolnost od P1A do P5A vzestupně)	P1A	9	SANCO Safe P1A
		P2A	9	SANCO Safe P2A
		P3A	9	SANCO Safe P3A
		P4A	10	SANCO Safe P4A
		P5A	13	SANCO Safe P5A
Ochrana proti vloupání	Ochrana proti těžkým pokusům o útok za pomoci řezných nástrojů ze strany profesionálních pachatelů (odolnost od P6B do P8B vzestupně)	P6B	23	SANCO Safe P6B
		P7B	24	SANCO Safe P7B
		P8B	29	SANCO Safe P8B

Viz také kapitulu 4.3.2.1 a 4.3.2.2

Všechny typy skla je možné zpracovat jako izolační dvojsklo nebo trojsklo. Hodnoty Ug, hodnoty g, hodnoty LT a LR vyplývají z použitých tloušťek skla, meziskelních prostor a vrstev (SANCO Plus EN2, SANCO Plus ZERO NG, SANCO Plus TRIII E, SANCO Sun COMBI a SANCO Sun T)

5.4.2 Zasklení chránící proti pádu

Navíc k normovaným skladbám (kapitola 4.1.6.1) disponuje SANCO velkým počtem bezpečnostních skel s vlastními testovanými skladbami. Příslušná Všeobecná osvědčení stavebního dozoru o zkoušce (AbP) jsou k dispozici u společnosti SANCO.



Skladba SANCO Safe podle DIN 18008

Skladba SANCO Safe	Tloušťka	Kategorie				Mezní rozměry (mm)				Uložení
						nastojato				
								Šířka		Výška
		A	C	C2	C3	min.	max.	min.	max.	
VSG 33.2 - 12 - VSG 33.1	25			X		500	2000	500	1200	ze všech stran
VSG 44.2 - 12 - VSG 33.1	27	X			X	900	3600	500	4300	ze všech stran
VSG 44.2 - 12 - VSG 33.1	27	X			X	500	4300	900	3600	ze všech stran
VSG 44.2 - 12 - VSG 33.1	27			X		500	4300	500	1200	ze všech stran
VSG 44.2 - 12 - VSG 44.1	29	X			X	300	3000	500	5000	ze všech stran
VSG 44.2 - 12 - VSG 44.1	29	X			X	500	5000	300	3000	ze všech stran
VSG 55.2 - 12 - VSG 44.1	31	X			X	500	3500	900	5000	ze všech stran
VSG 55.2 - 12 - VSG 44.1	31	X			X	900	5000	500	3500	ze všech stran
VSG 66.2 - 12 - VSG 66.1	37	X			X	300	3600	1500	6000	ze všech stran
VSG 66.2 - 12 - VSG 66.1	37	X			X	1500	6000	300	3600	ze všech stran
VSG 44.2 - 12 - 6 ESG-H	27	X			X	300	3000	500	4000	ze všech stran
VSG 44.2 - 12 - 6 ESG-H	27	X			X	500	4000	300	3000	ze všech stran
VSG 55.2 - 12 - 8 ESG-H	31	X			X	300	3000	500	5000	ze všech stran
VSG 55.2 - 12 - 8 ESG-H	31	X			X	500	5000	300	3000	ze všech stran
6 ESG - 12 - VSG 44.2	27	X			X	300	3000	500	4000	ze všech stran
6 ESG - 12 - VSG 44.2	27	X			X	500	4000	300	3000	ze všech stran
8 ESG - 12 - VSG 55.2	31	X			X	300	3000	500	5000	ze všech stran
8 ESG - 12 - VSG 55.2	31	X			X	500	5000	300	3000	ze všech stran
VSG 66.2 - 12 - 10 ESG-H	35	X			X	300	2500	500	3000	ze tří stran
VSG 66.2 - 12 - 10 ESG-H	35	X			X	500	3000	300	2500	ze tří stran
VSG 88.2 - 12 - 10 ESG-H	39	X			X	460	3000	300	4500	ze tří stran

Výše uvedené tloušťky skel a fólií je možné překročit.
Upozornění: Zatížení větrem a zatížení sloupků je třeba i nadále povinně zohlednit.

5.4.3 SANCO Alarm

SANCO Alarm spustí v případě poškození nebo zničení elektrický signál. Tvoří ho jednovrstvé bezpečnostní sklo (ESG) s elektricky vodivou smyčkou, která je připojena na poplašné zařízení. Smyčka vodiče je viditelná v rohové části zasklení a již díky tomu zloděje často odradí. Na přání může být také položena neviditelně pod okrajovým spojem. Poplašný kotouč musí být instalován na straně útoku. V případě útoku na zasklení se tabule ESG vždy v celé ploše rozpadne na drobnou drť. Tím se vodivá smyčka přeruší a spustí se alarm. V kombinaci s vrstveným bezpečnostním sklem bránícím vloupání je další překonání celého zasklení ztíženo a ziská se tak cenný čas na zákrok.

SANCO Alarm je možné bez problémů a mnohostranně kombinovat do moderního izolačního skla. Použitím ESG vykazuje poplašné sklo vyšší odolnost vůči úderu a nárazu a vyšší odolnost vůči změnám tep-

loty. Alarm se spustí i při těch nejmenších útocích. Náhodný chybný alarm je vyloučen. Nezávisle na příslušné ploše tabule má každá tabule stejný elektrický odpor, což usnadňuje dimenzování poplašného zařízení. Instalace poplašného skla musí být sladěna se všemi ostatními bezpečnostními zařízení již ve fázi plánování.



5.4.4 Polykarbonátová skla

Pro speciální požadavky, u kterých mají být hmotnost a instalační tloušťka zasklení co možná nejmenší, ale hodnota odolnosti velmi vysoká, je možné použít vrstvená bezpečnostní skla s polykarbonátovým jádrem. Trvale elasticky slepené spojení skla a transparentního polykarbonátu je enormně houževnaté. Díky tomu je při srovnatelně menší tloušťce dosahováno mimořádně vysokých hodnot odolnosti proti vloupání.

Spojení skla a polykarbonátu kombinuje odolnost proti poškrábání a odolnost vůči korozi skla s elasticitou a houževnatostí polykarbonátu. Na základě rozdílné tepelné dilatační roztažnosti jsou ovšem takové struktury omezeny velikostí.

5.4.4.1 trisophon – systém izolačního skla s polykarbonátem

trisophon je nový, patentovaný systém izolačního skla s polykarbonátovou tabulí, která je uložena jako plovoucí. Díky svému umístění ve středu jednotky izolačního skla je polykarbonátová tabule trvale chráněna proti poškrábání. Je zasazena do zvláštního profilu, takže jsou zohledněny rozdílné koeficienty roztažnosti skla a polykarbonátu. Možné rozměry na požádání.

Kombinuje maximální požadavky na bezpečnost, tepelnou izolaci a kvalitní optiku a je navíc mnohem lehčí, tenčí a odolnější než běžné systémy ze skla. Díky modulární struktuře je možných mnoho různých skladeb, takže mohou být splněny téměř všechny požadavky na moderní izolační sklo. Ochranu před teplem, slunečním zářením a hlukem je možné bez problémů kombinovat s vysokými nároky na bezpečnost.



5.4.4.2 trisophon protect / trisophon alarm protect

Extrémní odolnost proti útoku až do P8B s vynikající optikou při hmotnosti 40 kg/m². trisophon protect je modulární a extrémně lehké izolační sklo s maximální ochranou proti útoku, které je díky své polykarbonátové

tabuli téměř neprorazitelné. trisophon alarm protect je navíc vybaveno poplašným sklem a nabízí tak maximální bezpečnost pro špičkové soukromé vily, klenotnictví a galerie.

5.4.4.3 trisophon panic protect

Ve všech veřejných budovách jsou povinně předepsané nouzové, příp. únikové dveře s protipanikovou funkcí podle DIN EN 1125. trisophon panic protect nabízí předpisům

odpovídající řešení s bezpečnostním izolačním trojsklem, do kterého je jako plovoucí zabudovaná polykarbonátová tabule 8 mm. Účinně tak brání násilnému vniknutí zvenčí.

5.4.4.4 trisophon bullet

trisophon bullet je kombinací nízké hmotnosti, nízké hustoty prvku a hodnot Ug do 0,3 W/m²K a vynikající optiky a dlouhé životnosti. Vně umístěná tabule vrstveného skla odráží

střely, zatímco polykarbonátová tabule, která se nachází uvnitř, pohlcuje energii. trisophon bullet je k dostání v třídách odolnosti proti prostřelení BR3 NS až BR6 NS.



Technické údaje – izolační skla trisophon

	trisophon panic protect trisophon protect	trisophon silent 43 dB	trisophon silent 52 dB	trisophon bullet BR 3 NS	trisophon bullet BR 4 S	trisophon bullet BR 4 NS	trisophon bullet BR 6 NS
Sklo	VSG nebo ESG	2 x VSG	2 x VSG	2 x VSG	2 x VSG	2 x VSG	3 x VSG
Meziskelní prostor (mm)	2 x 11	2 x 11	2 x 11	1 x 9, 1 x 17	2 x 11	1 x 9, 1 x 17	4 x 9
Polykarbonát (mm)	8	8	8	8	8	8	2 x 8
Hmotnost (kg/m²)**	40	50	80	50	65	75	125
Tloušťka (mm)**	42	43	55	50	49	61	95
Hodnota Ug s AR, 1 vrstva (W/m²K)	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8
Hodnota Ug s AR 2 vrstvy (W/m²K)	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
Možná hodnota Ug (KR, větší meziskelní prostory) (W/m²K)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
Odolnost vůči útoku	P6B, P7B, P8B	P8B	P8B	P8B	P8B	P8B	P8B

AR = argon, KR = krypton
* Skladby podle zkušebního atestu, ** cca údaje.





5.5 VESTAVBY V MEZISKELNÍM PROSTORU

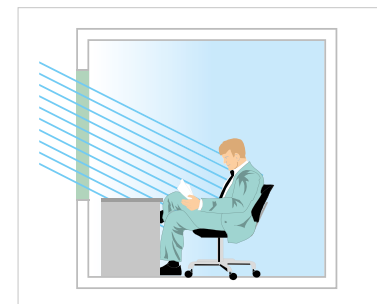
5.5.1 Systémy v meziskelním prostoru pro zastínění/ochranu proti světlu a diskrétnost SANCO CONTROL

SANCO CONTROL je systém protisluneční ochrany, zabudovaný v meziskelním prostoru pro dočasné zastínění, úplnou ochranu proti pohledům a inteligentní řízení světla.

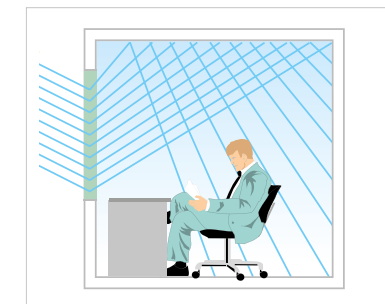
Spousta přirozeného denního světla zajišťuje otevřenost a transparentnost. Velkorysý dopad světla ale může být za některých okolností i problematický. Dokonalým řešením pro přizpůsobivé zastínění je SANCO CONTROL. Systém žaluzií v meziskelním prostoru izolačních skel umožňuje

vysoký vizuální a tepelný komfort. Díky plynulé regulaci je možné vždy najít tu správnou rovnováhu mezi světelným zářením a požadovanými světelnými poměry v interiéru. Tak je například možné podpořit klima v zimní zahradě, zajistit neoslňující pohled na displeje nebo být diskrétně chráněn před pohledy.

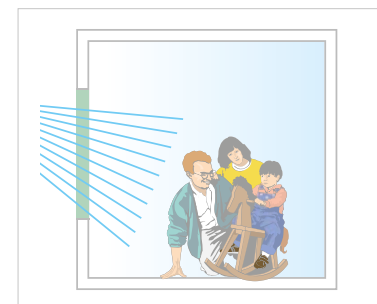
SANCO CONTROL nabízí tolik transparentnosti, kolik je potřeba, a tolik soukromí, kolik je možné.



Zaclonění slunce bez SANCO CONTROL



Řízení světla se SANCO CONTROL



Průhled bez SANCO CONTROL



Diskrétnost se SANCO CONTROL

Světelná technika

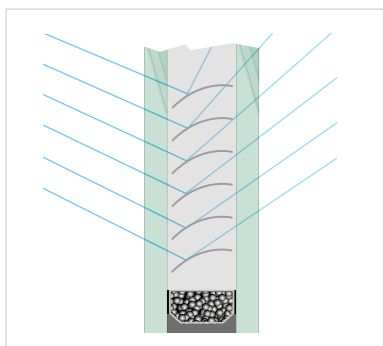
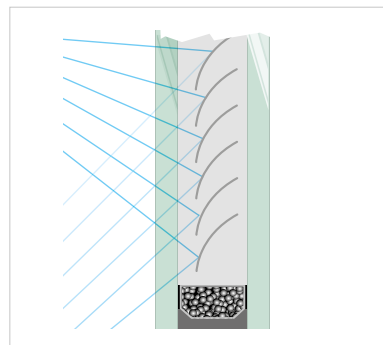
SANCO CONTROL umožňuje nastavení individuálních světelných poměrů při každém postavení slunce, od úplné ochrany před

šerým průhledem při otevřených lamelách. Zastínění se zajistí pohodlným otáčením a naklápěním závěsu pomocí manuálního nebo elektrického ovládání.



Nastavení lamel

V uzavřeném stavu lamel je dosaženo vysoké reflexe slunečního záření. Tak se dovnitř dostává jen malé procento tepelné energie, je dosahováno těch nejnižších hodnot G.



Nakloněná poloha lamel nastavená podle postavení slunce přivádí do interiéru mnoho dopadajícího denního světla. Vznikají tak optimální světelné poměry pro pracoviště s obrazovkami podle předepsané normy.

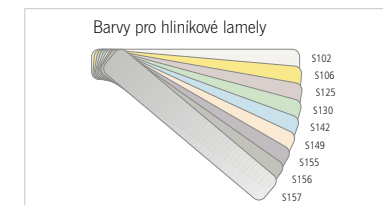
Provedení závěsů

Pro nejrůznější požadavky na vzhled a funkčnost se SANCO CONTROL dodává ve třech

provedeních závěsů s různými stupni průhlednosti a v různých barvách.

Žaluzie

Díky plynulé regulaci úhlu sklonu je světlo odváděno na strop a je tak rozdělováno po celé místnosti.



Skládací roleta

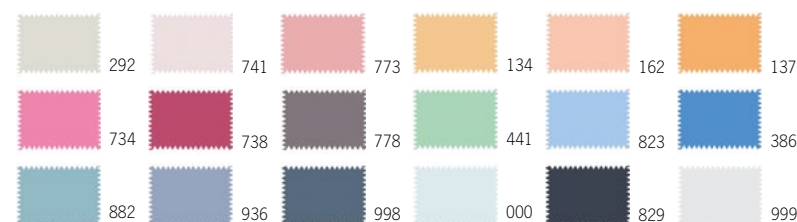
Alternativou ke klasickým hliníkovým lamelám je látková skládací roleta z tkaniny Verosol jako možnost pro účinnou regulaci příslunu solární energie do interiéru.

Tři stupně různé hustoty tkaniny umožňují individuální použití: transparentní, polotransparentní a neprůsvitná.

Roleta

Speciální látky Verosol jsou k dostání v provedeních hustoty transparentní, polotransparentní, neprůsvitná a neprůhledná.

Výběr barev pro vnitřní barvy SANCO CONTROL



Varianty systému

Ovládání tažnou šňůrou

Ovládací jednotka se upevňuje na skleněnou tabuli, do výšky vnitřního magnetu zabudovaného v hlavovém profilu. Ovládání závěsu se provádí pomocí nekonečné šňůry, která uvádí do pohybu vnější magnety.



Čelní otočný knoflík

Čelní otočný knoflík se pomocí dvou protilehlých magnetů umístí před hlavový profil, přímo na skleněnou tabuli. Otáčivým pohybem ve směru nebo proti směru hodinových ručiček se nastaví úhel polohy lamel.



Posuvný magnet

Ovládání vnějšího magnetu se snímatelnou rukojetí se umístí na skleněnou tabuli a vytváří dokonalé spojení s vnitřním magnetem uprostřed koncového profilu. Závěs se pohybem posuvníku zdvihá nebo spouští.



Vnitřní motor

Funkce elektrického zdvihacího/spouštěcího systému se provádí přes bezkartáčový motor zabudovaný v hlavovém profilu a přes miniaturní řídicí přístroj, umožňující připojení ke sběrnici, který je vybaven inkrementálním čidlem. Ten umožňuje současný a synchronizovaný provoz více žaluzií. Elektronika umožňuje výhodnou a rozmanitou možnost řízení.



Vnější motor

Vnější motor je možné použít u všech izolačních skel s čelním magnetickým řízením. Kryt motoru se, stejně jako u alternativních ovládacích systémů, jednoduše nalepí na sklo. Po stisknutí tlačítka nebo dálkového ovládání vnější motor zdvihá, spouští a natáčí žaluzii – pohodlně a spolehlivě.



Systém W swipe

Bateriový ovládací modul

Pokud není možné zajistit elektrické napájení vnitřního nebo vnějšího motoru přes vlastní přívod, provádí se přívod proudu přes bateriový ovládací modul se senzorovými plochami, které se umístí na rám okna nebo přímo na povrch skla. Bateriový modul je možné volitelně trvale dobíjet přes solární panel nebo v případě potřeby přes nabíječku pomocí zabudovaného konektoru mikro USB.



Přehled funkcí

Z důvodu nejrůznějších požadavků na vzhled a funkčnost se SANCO CONTROL dodává v různých provedeních a barvách. Široká paleta výrobků, určená pro rozmanité situace použití, nabízí architektům a stavebníkům nové možnosti tvorby za pomoci světla a stínu.

Přehled funkcí SANCO CONTROL

	SZR	Lamela	Skládací roleta	Otáčení	Zdvihání/spouštění	Motor
SL 20 22C lamely	20/22	12,5		■	■	vně
SL 27 32C lamely	27/32	16		■	■	vně
SL 20 22C skládací roleta	20/22		14		■	vně
SL 27 32C skládací roleta	27/32		20		■	vně
SL 27 32C skládací roleta Blackout	27/32		20		■	vně
SL 27C roleta	27				■	vně
SL 20 22S skládací roleta	20/22		14		■	vně
SL 20S lamely	20	12,5		■		
SL 20 22B lamely	20/22	12,5		■		
SL 27B lamely	27	16		■		
SL 20 22MB lamely	20/22	12,5		■	■	Uvnitř
SL 27 32MB lamely	27/32	16		■	■	Uvnitř
SL 20 22MB skládací roleta	20/22		14		■	Uvnitř
SL 27 32MB skládací roleta	27/32		20		■	Uvnitř
SL 27 32MB skládací roleta Blackout	27/32		20		■	Uvnitř
SL 20 22W lamely	20/22	12,5		■	■	Uvnitř
SL 27 32W lamely	27/32	16		■	■	Uvnitř
SL 20 22W skládací roleta	20/22		14		■	Uvnitř
SL 27 32W skládací roleta	27/32		20		■	Uvnitř
SL 27 32W skládací roleta Blackout	27/32		20		■	Uvnitř

C = systém provázků, M = motorový systém, všechny údaje v mm
Rozměry podle typu a použití. Barva lamel podle použití, podpora při plánování pro systémy s elektromotorem na vyžádání; zprostředkování provádějí partneři SANCO. Celková tloušťka prvku po instalaci a vyměření tloušťky skla.

Přesvědčivé charakteristiky

- Flexibilní zastínění a ochrana proti pozorování s vysokým využitím denního světla
- Cílené řízení světla pro příjemnou pracovní atmosféru
- Decentní vzhled díky zabudování do meziskelního prostoru
- Na design zaměřená fasáda s vysokým multifunkčním užitekem
- Variabilní použití, nezávisle na povětrnostních podmínkách
- Velice hygienický, protože chrání před nečistotou a povětrnostními vlivy
- Ideální pro exponované polohy s četnými poryvy větru
- Bezpečné proti manuálnímu poškození a zničení

Mnohostranné spektrum použití

- Zimní zahrada
- Skleněné fasády/průčeli s okny
- Květinová okna
- Rozdělení prostoru/příčky
- Sanitární prostory
- Lékařské praxe/vyšetřovny
- Kliniky/ošetřovny
- Muzea
- Školy
- Kancelářské prostory/centrály firem
- Kolejová a stavební vozidla
- Obytné automobily/vozy
- Ochrana proti pozorování pro klidové zóny
- I při renovaci

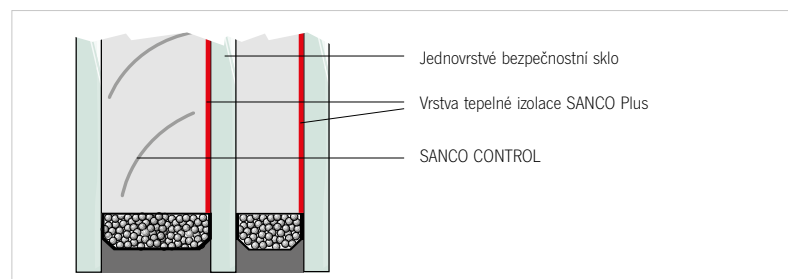


SANCO CONTROL a multifunkčnost

Zvýšená tepelná izolace – SANCO CONTROL se SANCO Plus

Nižší náklady na energie, minimální tepelné ztráty a vysoké solární zisky, to jsou požadavky vysoce účinného stavebnictví zaměřeného na budoucnost. Přitom hrají klíčovou roli

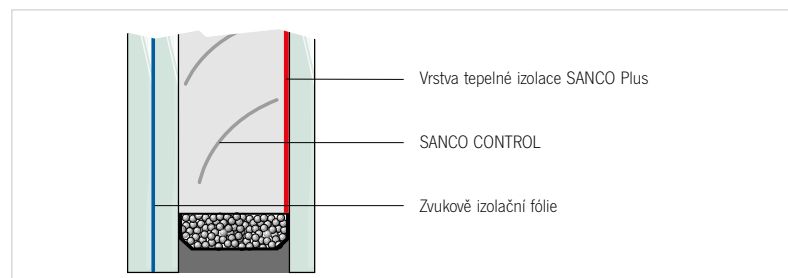
velkorysé multifunkční plochy fasád a oken s inteligentním a plynule regulovatelným protislunečním systémem SANCO CONTROL. Vyznačují se variabilitou pro všechny potřeby.



Cílená ochrana proti hluku – SANCO CONTROL se SANCO Phon

V moderním světě plném hluku nás stává ochrana proti hluku před velkou výzvou. Multifunkční skleněná řešení, která chrání

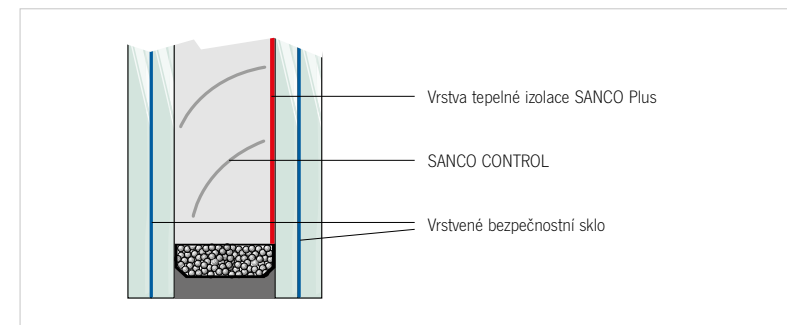
před hlukem a v případě potřeby ještě poskytují ochranu před pozorováním nebo zastíněním, nám pomáhají ke klidu a relaxaci.



Lepší ochrana objektu – SANCO CONTROL se SANCO Safe

Transparentnost okenního skla nám umožňuje volný pohled zevnitř ven – ale také zvětší dovnitř. Otevřenost nebo diskrétnost, výhledy nebo pohledy dovnitř je možné pomocí zastí-

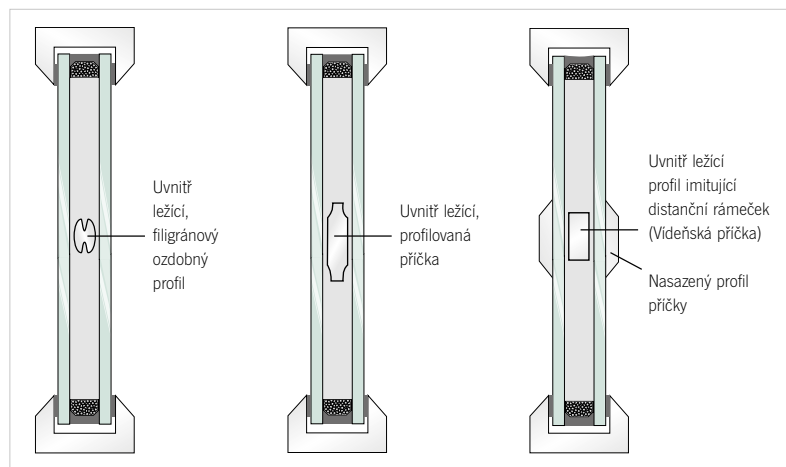
ňovacího systému SANCO CONTROL v izolačním skle nastavit podle přání. Ve spojení s bezpečnostními skly jsou v dokonalé jednotě splněny požadavky na lepší ochranu objektu.



5.5.2 Příčky v meziskelním prostoru

Ke správnému výběru okna patří také zohlednění regionálních architektonických stylů nebo zvláštních přání zákazníka. Příčky jsou jedním z nejoblíbenějších tvůrčích prvků pro design oken. Rozdělením skleněné plochy rozvolňují příčky pohled na budovu, přizpůsobují okna domovnímu

fundu v okolí nebo prostě splňují představy stavebníka o designu. Rodinný dům ve venkovském stylu je bez příček prostě nemyslitelný. Příčky jsou proto při výrobě izolačního skla nezbytným příslušenstvím, přičemž jak ve stylu, tak v četnosti použití se vyskytují značné regionální rozdíly.



Pokud se profilované příčky zabudovávají pouze do meziskelního prostoru, aniž by byly vně na skleněných plochách zakryty dalšími profily, je dosaženo optického rozdělení okenních ploch. Náročnost při čištění skel je u této verze příček podstatně nižší než u všech ostatních provedení. Instalaci do meziskelního prostoru jsou navíc profily příček trvale chráněny před povětrnostními vlivy. Tyto příčky zabudované pouze v meziskelním prostoru existují v mnoha formách,

barvách a dekorech, od širokých profilů v bílé, barevných nebo s dřevěným dekorem až po filigránové ozdobné profily kovového vzhledu. U takzvané Videňské příčky se navíc lepí profil na vnější povrch skla. Videňská příčka v meziskelním prostoru, jejíž boky mají vzhled distančního rámečku, brání tomu, aby při šikmém pohledu do tabule byla vidět nehezka zadní strana nalepené vnější příčky. Vzniká optický dojem „pravé“ příčky dělící sklo.





5.6 DEKORATIVNÍ SKLA

5.6.1 SANCO PRINT – sítotisk na skle

Sklo ve spojení s barvou a světlem, to jsou úžasné možnosti a architektonicky působivá řešení při tvorbě exteriérů a interiérů budov, fasád a okenních ploch. Sítotisk také nabízí možnost natisknout na sklo libovolné tvary, které nelze geometricky definovat. Cíleně použité dekory jsou účinným nástrojem pro řízení světla, např. na oknech a střeších. Důležitou roli přitom hraje světelná propustnost. Ta závisí na stupni potisku a na zvolené barvě. Tmavé

barvy propouštějí méně světla než barvy světlé a čím nižší je stupeň potisku, tím vyšší je světelná propustnost.

Barvy se vypalují při cca 600 °C a jsou pevně spojené se sklem. Tento postup zaručuje, že barvy jsou nanесeny trvale, jsou odolné proti oděru, vůči rozpouštědlům, jsou barevně stálé a odolné proti žloutnutí. Je možné další zpracování do vrstveného bezpečnostního a izolačního skla.



Použití SANCO PRINT

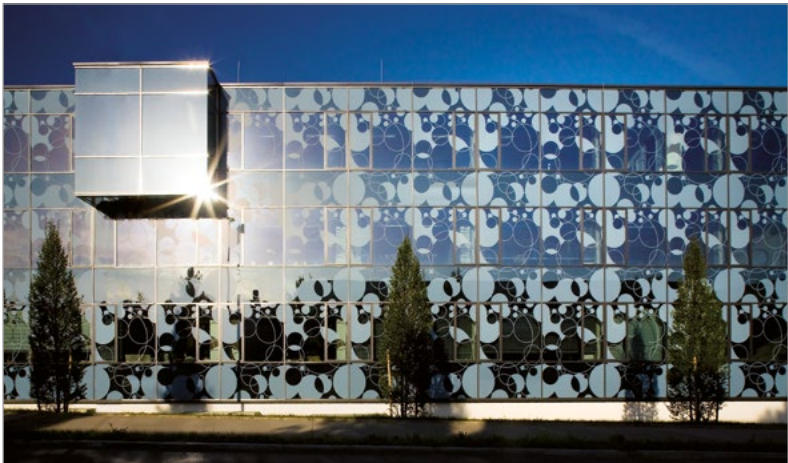
Možnosti použití skleněných dekorů jsou stejně rozmanité jako dekory samotné. Slouží k tvorbě exteriérů a interiérů:

- budov
- fasád
- okenních ploch
- střešních zasklení
- zábradlí
- příček
- skleněných zadních stěn
- v koupelně a kuchyni

a také všude tam, kde je vyžadována kreativita a design.



Jako dekorativní prvek	sprchových koutů, celoskleněných dveří, dveřních výplní, příček, schodišťových zábradlí, prosklení výtahů atd.
Jako informativní prvek	Informační a psací tabule, silniční tabule
Jako funkční prvek	Protisluneční skla, fasádní prvky, stupňovitá izolační skla, Structural glazing, protisluneční lamely
Jako bezpečnostní prvek	Potíštěná skla ESG je možné použít jako bezpečnostní sklo (vlastnosti ESG)



5.6.2 **SANCO LAMEX COLORDSIGN / LAMEX COLORDSIGN**
Barevné bezpečnostní sklo do interiéru i exteriéru

Barevné sklo podporuje v exteriéru působení budovy na dálku, v interiéru je možné odrážet nálady, které jsou s bezbarvými skly nedosažitelné. Barevné sklo moduluje světlo, vytváří atmosféru, vizualizuje funkce prostoru a zjemňuje procesy vnímání. Barevné sklo v sobě jedinečným způsobem spojuje funkčnost a estetičnost.

Příklady použití

- obložení stěn a nábytku
- fasády
- zasklení nad hlavou
- balkony
- příčky
- dveřní výplně
- schodiště
- vstupní haly



Barevné sklo VSG má stejné základní vlastnosti jako běžné vrstvené bezpečnostní sklo. Při rozbití drží úlomky skla na PVB fólii, čímž se podstatně snižuje nebezpečí zranění. Ale toto sklo chrání zdraví i v jiných případech než při jeho rozbití, např. citelně potlačuje rušivý dopravní hluk. Díky kombinaci ochran-

ných funkcí a tvůrčích aspektů je barevné sklo VSG zcela jedinečné. Kromě toho je možné zcela individuálně určit stupeň průhlednosti skla:

- transparentní
- průsvitné
- neprůsvitné.

Dodržování určujících norem

Barevné sklo VSG splňuje veškeré specifikace pro vrstvené bezpečnostní sklo, příp. evropské normy.

Oblast pokrytá předpisem	Norma
Ochrana osob	EN ISO 12543-2 a EN 12600
Ochrana majetku	EN 356
Filtrace UV záření a protisluneční ochrana	EN 410 a ISO 9050
Protihluková izolace	EN 12758
Tepelná izolace	EN 673

Výhody SANCO LAMEX COLORDSIGN

- Více než 1 000 možných barevných odstínů
- Je možné transparentní, průsvitné nebo neprůsvitné VSG sklo
- Barevné stále: VSG si zachovává své vlastnosti, i když je vystavené slunci, větru a počasí
- Stejná kvalita jako běžné vrstvené bezpečnostní sklo co se týče ochrany proti hluku, filtrace UV záření a ochrany před vloupáním a před úlomky v případě rozbití skla

- Tloušťky skla je možné individuálně přizpůsobit statickým, konstrukčním nebo estetickým požadavkům
- Lze použít také jako izolační sklo ve spojení s tepelnou izolací, protisluneční ochranou nebo ochranou proti požáru



5.6.3 SANCO LAMEX COLORPRINT FP / LAMEX COLORPRINT FP Motivy ve VSG pro interiér i exteriér

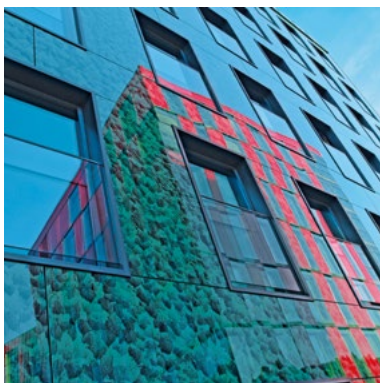
Sklo v kombinaci s barvami, vzory a motivy vytváří zajímavé efekty a nabízí různé možnosti tvorby. Pomocí potištěného skla VSG lze sklo proměnit ve vizuální zážitek. Je jedno, zda se jedná o fotorealistické obrazy, grafiky, kresby nebo struktury, značky a vlajky – fantazii a kreativě se při tvorbě povrchu skla žádné meze nekladou.

Neprůsvitné, transparentní nebo průsvitné: Speciálně vyvinuté barvy umožňují zcela individuální utváření vrstveného bezpečnostního skla pomocí digitálního potisku. Jedno- nebo vícebarevnou digitální obrazovou předlohu je možné na sklo reprodukovat a nanést tak, že je trvalá a chráněná.

SANCO LAMEX COLORPRINT FP v detailu

- Různé kvality skla v tloušťkách 7 až 80 mm
- Je možná jakákoli kombinace VSG, jako například pancéřové sklo nebo pochozí skla
- Lze použít také jako izolační sklo ve spojení s tepelnou izolací, protisluneční ochranou, bezpečností ochranou a ochranou proti požáru
- Vysoká světlostalost barev, takže je vhodné jak pro použití v interiéru, tak v exteriéru
- U vrstvené bezpečnostní fólie je možné volit mezi neprůhlednou, transparentní nebo průsvitnou
- Špičkově ostré obrazy díky mimořádně vysokému rozlišení obrazu
- Povrch motivu zůstává trvale chráněn za sklem
- Nízké náklady na vytvoření u jednotlivých obrazů; vhodné zejména pro výrobu jednotlivých kusů nebo malých sérií
- Vyráběné velikosti na požádání

Základem je digitální předloha. Ta musí splňovat určité předpoklady a musí se dohodnout s výrobcem.



Příklady použití

- Obložení stěn a nábytku
- Reklamní tabule a popisy
- Technická použití
- Dekorativní použití skla
- Příčky
- Dveřní výplně
- Celoskleněné dveře
- Prosklení výtahů
- Zadní stěny sprch/kuchyní
- Fasády



5.6.4 **SANCO COLORPRINT CP / COLORPRINT CP** **Lesklé obrazy na skle**

Díky technice CP je k dispozici neomezená rozmanitost potisku skla. Digitální obrazy, ať jsou to designové objekty nebo písmo, jsou tištěny na sklo ve špičkové kvalitě (ESG, ESG-H, TVG a VSG). Digitální tisk je u VSG také možné zpracovat na fólii.

Nehledě na vysoké rozlišení obrazu je možné vytvářet zlaté, stříbrné a kovové tóny, zajímavé satinovací a 3D efekty. Postup tisku je vhodný jak pro malé počty kusů, tak pro série.

Použití v exteriéru a interiéru

- Zasklení balkonů, zábradlí
- Kombinace izolačního skla
- Zastínění
- Přístřešky, zasklení nad hlavou
- Skleněné stěny, mezistěny, zadní stěny v kuchyni, stěny sprch
- Skleněné podlahy, skleněná schodiště
- Skleněné dveře, celoskleněná zařízení
- Čelní strany nábytku
- Desky stolu



5.6.5 **SANCO COLORPRINT HD / COLORPRINT HD** **Lesklé a úžasně ostré obrazy na skle**

Díky technice HD je k dispozici neomezená rozmanitost potisku skla. Digitální obrazy, ať jsou to záběry krajiny, designové objekty nebo písma, jsou tištěny na skla ve špičkové kvalitě (floatové sklo, ESG, VSG). Nehledě na mimořádně vysoké rozlišení obrazu je

možné vytvářet zlaté a stříbrné tóny, zajímavé satinovací a 3D efekty. Optika přitom může být neprůsvitná, průsvitná nebo v kombinaci s transparentními plochami. Postup tisku je vhodný jak pro malé počty kusů, tak pro série.

Použití v exteriéru a interiéru

- Zasklení balkonů, zábradlí
- Skleněné stěny, mezistěny
- Zadní stěny kuchyní, stěny sprch
- Skleněné stropy
- Skleněné podlahy, skleněná schodiště
- Čelní strany nábytku
- Desky stolu
- Skleněné štíty, reklamní tabule, popisy
- Skleněné sprchy



5.6.6 **SANCO SCREENLIGHT / SCREENLIGHT**
Správně osvětlené obrazy

5.

Již dlouho nejsou obrazy vyhrazeny jen pro obývací pokoje, ale představují obohacující prvek v individuálním utváření kuchyní a koupelen, obchodních domů, hotelů a prodejních prostor. S nově vyvinutým, pouze přesně dvacet milimetrů tenkým světelným sklem SANCO SCREENLIGHT dostávají zadní stěny kuchyní a koupelen, stejně jako volně visící obrazy, enormní lesk: levandulové pole září v jižním slunci, kapky vody hrají všemi barvami a filigránské vzory dostávají dodatečnou hloubku.

Svítilící sklo se hodí také pro informační tabule, mění tmavé kouty ve světlé a obyvatelné prostory nebo nastupuje místo chybějícího okna a nabízí tak osvěžující výhled na les, moře nebo hory. SANCO SCREENLIGHT se

vyrábí na míru a je možné ho potisknout designem nebo fotografií z vlastní soukromé sbírky. Jelikož se jeho konstrukce téměř obejde bez viditelného rámu a světlo se rovnoměrně rozděluje až k okrajům, vytváří osvětlený objekt mimořádně kvalitní dojem.

Svítilící sklo používá bezúdržbovou a energeticky úspornou techniku high-end LED s funkcí „tunable white“, která umožňuje plynulou regulaci teploty barvy od studené bílé až po teplou bílou. Navíc je možné box vhodný pro připojení ke KNX bez problémů začlenit do jakékoli domovní techniky a volitelně ho vybavit dotykovým stmívačem. V neposlední řadě je instalace svítícího skla jednodušší než výměna žárovky: prostě se zapojí.

Technické údaje

Tloušťka skla	19,5 – 21,5 mm
Osvětlení	LED nejnovější generace
Tunable White	Plynule nastavitelná od 2 700 do 6 000 stupňů Kelvina
Standardní řízení	Dálkové ovládání
Volitelné řízení	- Dotykový stmívač přímo na prvku - přes aplikaci ve smartphonu nebo tabletu - řízení připojitelné ke KNX na požádání Všechny tři varianty řízení s dotykovým stmívačem pro intenzitu světla a barvu světla (tunable white)
Stmívač	Možné externí připojení
Instalace	plug and play (není třeba elektrikář)
Použití	Veškerý interiér: zadní stěny kuchyní a koupelen, obytné prostory, lobby, přijímací prostory, restaurace, butiky, ordinace, veřejné budovy, informační tabule a světelné stěny, náhrada oken, umění v prostoru



5.



5.6.7 SWISSCULINARIA – designová skla s maximální funkcí

Žádný jiný materiál nezvládá hektický každodenní provoz v kuchyni se stejnou lehkostí a elegancí jako sklo. Protože v sobě spojuje robustnost s estetičností a navíc nabízí ty nejlepší předpoklady pro manipulaci s potravinami, velice ho ocení všichni, kteří vášnivě rádi vaří, pečou a přijímají hosty.

Kryty SWISSCULINARIA se přizpůsobí každému prostředí, ať je to chladný beton, ušlechtilé dřevo nebo barokní štuk. A protože sklo je tak rozmanité jako jídla tohoto světa, může dodat kuchyni klasický, exotický, orientální nebo moderní městský nádech, může ji zahálit do odvážných nebo spíše zdrženlivých barev. Ať zvolíte jakoukoli verzi, jsou tyto pracovní plochy požitkem.



Vlastnosti

Odolné proti poškrábání	Pracovní plochy a zadní stěny se nebojí ani ostrých čepelí, ani hrotů vidliček. Aby povrch i po letech vypadal jako první den, to zajišťuje hightech struktura, která vykazuje mnohem vyšší odolnost proti poškrábání než běžné skleněné povrchy a na které nezůstávají viditelné stopy po používání.
Snadná údržba	Sklem je možné zastavovat velkorysé plochy bez spár, které svou průchozí optikou odpovídají estetice naší doby. Navíc hladké plochy bez spár značně usnadňují čištění. Setřít a hotovo.
Odolnost vůči kyselinám	Ocet, ovocné šťávy, kyselina mléčná a vinná nemohou tomuto sklu uškodit. Nezávisle na tom, zda zvolíte matné nebo lesklé provedení, nedávají tyto kuchyňské prvky potravinám obsahujícím kyseliny žádnou plochu pro napadení a zachovávají si proto svůj původní vzhled.
Odolnost vůči nárazům	Když se těžké litinové pekáče, pánve a kovové hrnce posouvají sem a tam, potřebuje okolí varného prostoru odolný povrch. To, že jsou zadní stěny a kryty mimořádně tvrdé, je důsledek toho, že toto sklo bylo vyvinuto speciálně pro použití v kuchyni při procesu tvrzení. Rozhodující jsou také zaoblené hrany a rohy, které lépe absorbují silnější nárazy než běžná zakončení.
Hygieničnost a neutrální zápach	Protože homogenní povrch vlhkost ani nepohlcuje, ani neuvolňuje, nemají nečistoty a zápachy žádnou šanci.
Odolnost vůči horku a chladu	Všechny pracovní plochy jsou vyrobeny z tvrzeného skla, což značně zvyšuje jejich odolnost. Vařící voda nebo silně vychlazené nádoby, tyto skleněné desky vydrží vysoké i nízké teploty.
Odolnost vůči UV záření a stálobarevnost	Pouze vysoce kvalitní barevné pigmenty jsou zárukou toho, že teplá červená si zachová své příjemné teplo a ušlechtilá šedá svůj původní odstín. Tato záruka platí pro celou kolekci barev SWISSCULINARIA.
Mnohostrannost a kreativita	SWISSCULINARIA nabízí nekonečné možnosti tvorby. Jednotlivé prvky je možné potisknout elegantní barvou ze série COLORS, v jakémkoli požadovaném barevném tónu, vzory z designové kolekce nebo vlastním vytvořeným dekorem.

5.6.8 SWISSPANEL SOLAR – vícebarevný digitální tisk na fotovoltaické sklo

Podle odhadů Mezinárodní agentury pro obnovitelné energie (IRENA) by měl do roku 2030 stoupnout celosvětový podíl energie vyráběné fotovoltaikou ze současných dvou na třináct procent. V důsledku toho má instalace solárních zařízení stále důležitější roli. Pro architektky a projektanty ovšem integrace solárních zařízení většinou znamená, že je tím výrazně omezena jejich tvůrčí volnost. Fotovoltaické moduly totiž zabírají spoustu plochy a mají dosud jen málo líbivý vzhled.

SWISSPANEL SOLAR naproti tomu dokazuje, že fotovoltaika může jak vyrábět energii, tak

dobře vypadat: Díky technologii tisku, vyvinuté ve spolupráci s vysokou školou Lucern, je nyní možné vytvářet i vícebarevné fotovoltaické moduly.

Optimalizovaný obrazový soubor se postupem digitálního keramického tisku natiskne na kvalitní floatové sklo a to se začlení jako čelní tabule do vícevrstvé struktury fotovoltaického modulu. Přitom je možné nanést ty nejrozmanitější motivy, které je možné vytvořit zcela individuálně. Tisk se podařilo optimalizovat tak, že je možné dosáhnout požadované rovnováhy barevné sytosti a výkonnosti potitěných solárních modulů.

Robustní konečný výrobek

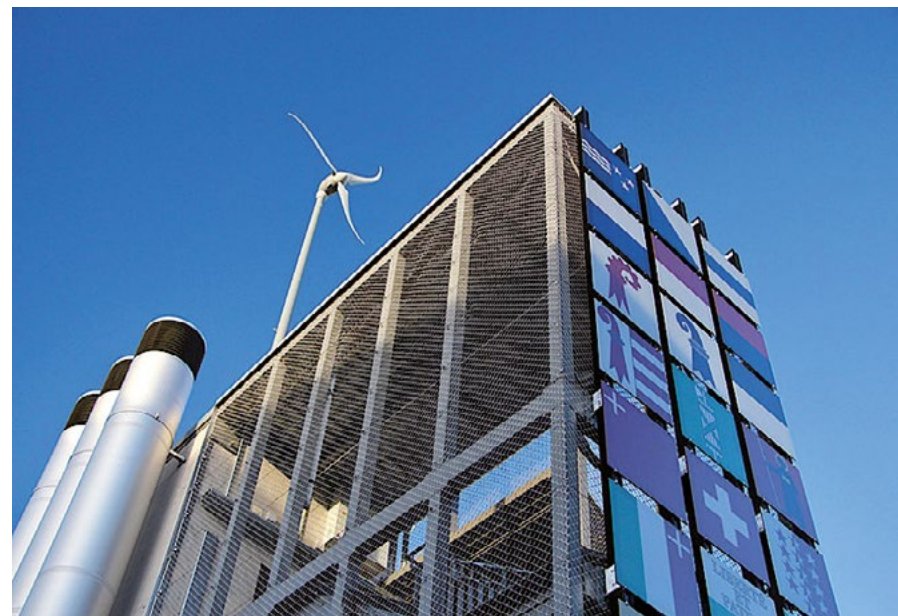
K výrobě fotovoltaických modulů se používá kvalitní floatové sklo, které se zušlechťuje digitálním tiskem SANCO COLORPRINT CP. Podle požadavků je možné upravit tloušťku a vlastnosti skel – stejně tak je například možné použít i bílé sklo, které zaručuje větší barev-

nou stálost. Díky procesu tepelného předpětí, který trvale vypálí barvu na pozici dvě do skla, vzniká jako konečný výrobek buď jednovrstvé bezpečnostní sklo nebo částečně předpjaté sklo, které nejlépe chrání fotovoltaické moduly a natištěné motivy před větrem a počasím.

Nízké náklady, velký efekt

Proces výroby skla SWISSPANEL SOLAR je jednoduchý a cenově výhodný. Dosaďovací strukturu fotovoltaických modulů není třeba měnit, protože místo transparentního skla je možné jednoduše zasadit

sklo potitěné. Za pomoci vícebarevných fotovoltaických modulů je možné plánovat inteligentní a kreativní fasády, které dodávají jednobarevné optice solárních zařízení život.



5.6.9 SANCO PHOTON – utváření skla laserovou technikou

Zpracování laserem jako inovativní technika zpracování skla přináší do utváření skla zcela nové možnosti. Za pomoci vysoce energetických laserových paprsků je možné zpracovávat sklo na povrchu, ale i uvnitř skla. K tomu se podle použití používají různé laserové technologie. Jednak pevnolátkový laser pro zpracování uvnitř skla (microspotting) a jednak laser pro zpracování povrchu (micromatting). Stávající strojní technika pro SANCO PHOTON umožňuje zpracování skel až do velikosti 3,21 x 10 m.

Díky tomu se nabízejí téměř neomezené tvůrčí možnosti pro tvorbu interiérů či fasád.

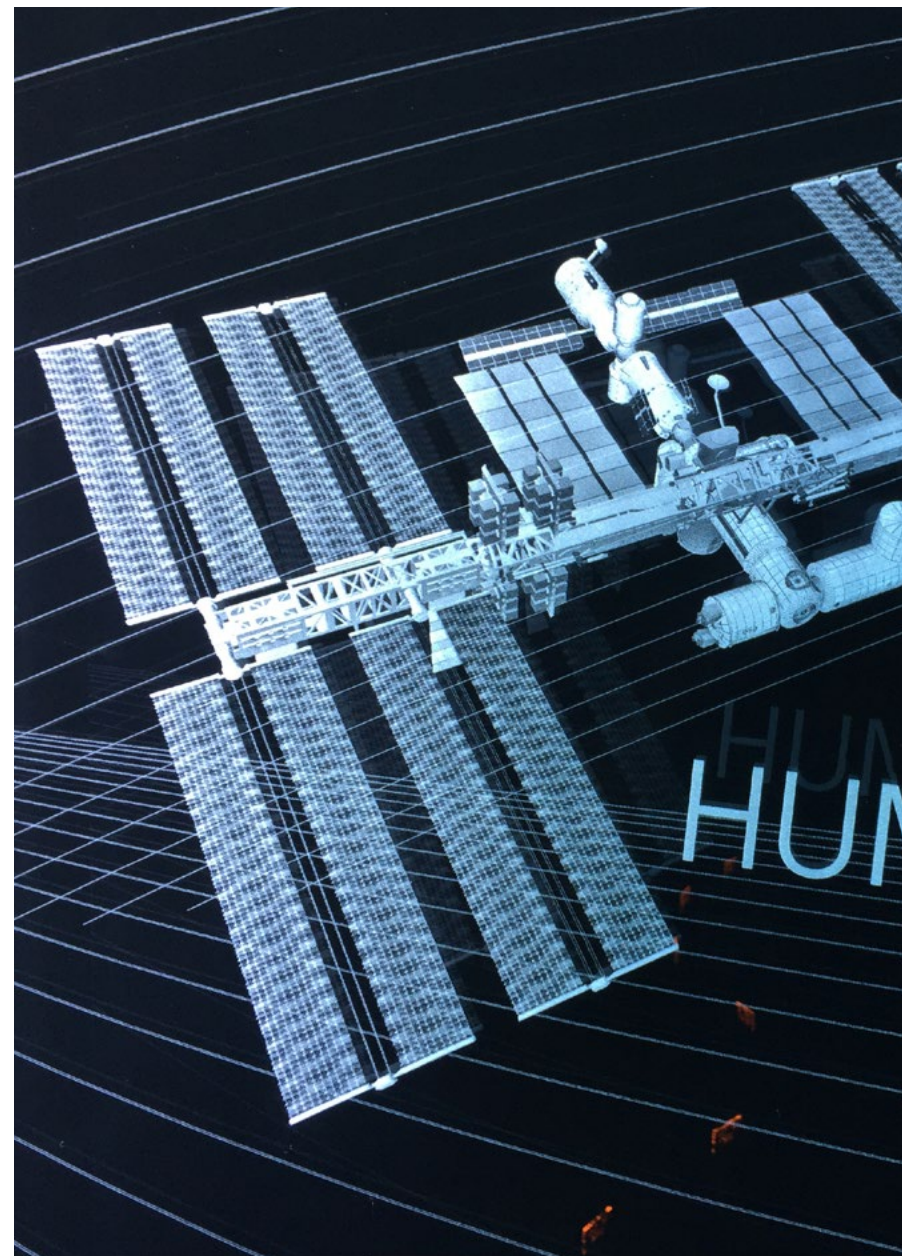
Pokud je požadováno osvětlení tabule LED světlem, doporučuje se použití bílého skla, protože zelenavý odstín standardních floatových skel by mohl pohlcovat některé součásti viditelného světla. Pokud by se použilo barevné LED světlo, je třeba naplánovat použití správného druhu skla a vhodné techniky RGB, aby bylo dosaženo požadovaného osvětlení. To je ale i přes kvalitní LED techniku většinou, v závislosti na motivu, omezeno na určitou dráhu osvětlení.

Dráhu osvětlení je možné za pomoci různých výpočetních a laserových metod optimalizovat pro daný objekt.

Microspotting

Použitím pevnolátkového laseru a stanovením různě definovaných ohnisek je možné vytvářet úžasné efekty. Při dostatečné skleněné hmotě je možné vytvořit kompletní trojrozměrné postavy. Uspořádáním milionů malých tavných bodů ve skle, které jsou vytvářeny přes různé roviny ve skle, vzniká v součtu bodů požadovaný motiv.

Vnitřní gravury je možné v rovném, nepředpjatém plochém skle provádět laserem od tloušťky 8 mm, u nepřiliš komplexních obrazů také od 6 mm. Při tomto zpracování se zpravidla používá bílé sklo.



Micromatting

S laserem je možné realizovat povrchové gravírování ve vysoké kvalitě i kvantitě. Tak je možné s pomocí laserové techniky přenést téměř každou grafiku, design, obrázek nebo fotografii. Náročné pískování přes nalepení fólie nebo potiskování skla je možné podle použití laserovou technikou téměř kompletně nahradit, pokud má být dosaženo matování povrchu skla. Také u povrchového laserování se přes různé vzdálenosti bodů změny povrchu nakonec vytvoří požadovaný motiv. Přitom je také možné pomocí řízení přínosu energie na povrch dosahovat různých efektů.

Prostřednictvím laseru lze vytvořit jak čiré, tak matné oddělení vrstev u zrcadel, lakovaných a potažených skel. Kromě toho jsou možné certifikované protiskluzové povrchy tříd protiskluznosti R9 a R10. Ty jsou mimořádně transparentní, odolné proti oděru a velice snadno se čistí.

Laserování na povrchu je výrazně méně choulostivé na usazování nečistot, odolné vůči vlivům životního prostředí a otiskům prstů než např. pískované nebo matné leptané povrchy. Díky tomu je vhodné i pro použití v exteriéru.

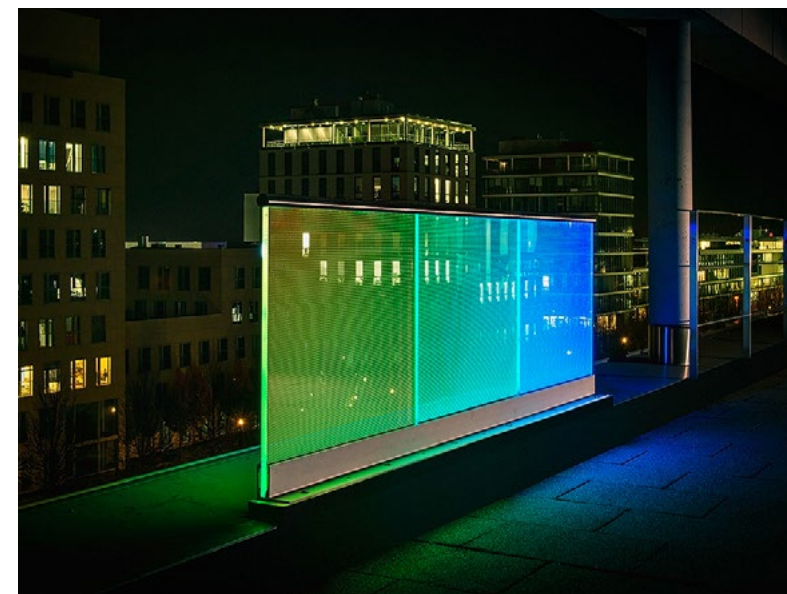


Aequilux

Pomocí speciálně vypočtené matrice je možné povrchově laserované sklo při jednostranném osvětlení přes hranu skla podle barvy světla osvětlit až ze vzdálenosti 2200 mm. Díky LED technice umístěné na hraně skla je umožněno jak celoplošné, tak částečné osvětlení skleněných ploch. Také obrazové motivy mohou být v příslušném bodovém rastrování rozlišeny tak, že celý motiv lze homogenně osvětlit až na vzdálenost 1200 mm.

Toho se dosahuje cíleným zrušením vazby světla přicházejícího přes hranu skla přes „porušení povrchu“ zpracováním laserem ve formě bodů nebo čar. Povrch působí v neosvětleném stavu podle zpracování téměř transparentně a zpracování téměř není viditelné.

Aktuálně je možné při dvoustranném osvětlení celoplošně a homogenně nasvítit skla až do maximální velikosti 3,21 x 7,80 m. Skla jsou v neosvětleném stavu téměř úplně transparentní.





5.7 KONSTRUKČNÍ SKLADBA SKLA

5.7.1 Úvod

Současná architektura vytváří stále působivější návrhy fasád. Přitom se sklo často používá jako nosný stavební díl. Architektonicky přitažlivým řešením jsou bodové přídržné systémy. Na rozdíl od běžných příhradových konstrukcí nebo systémů structural glazing zde ovšem nevzniká žádné plošné spojení s nosnou konstrukcí. To, co je na jednu stranu při navrhování výhoda, představuje na druhou stranu vysoké nároky na výrobce kovových konstrukcí a výrobce izolačního skla.

- Přenos zatížení bodově držených izolačních skel se provádí přes bodové držáky přímo na nosnou konstrukci.
- Je nutná rozměrově přesná práce všech, kteří se projektu účastní.
- Musí být zachyceny tolerance stavby a výrobků, dilatace budovy a teplotní dilatace.
- Prvky musí splňovat statické požadavky.



5.7.2 SWISSWALL – upevňovací systém pro skleněné fasády

Možnosti použití systému SWISSWALL jsou rozmanité. SWISSWALL se hodí jak pro jednoduchá zasklení jednovrstvým bezpečnostním sklem nebo vrstveným bezpečnostním sklem, tak pro použití s izolačním sklem. SWISSWALL je možný také v kombinaci s vysoce izolujícím tepelně izolačním a protislunečním sklem.

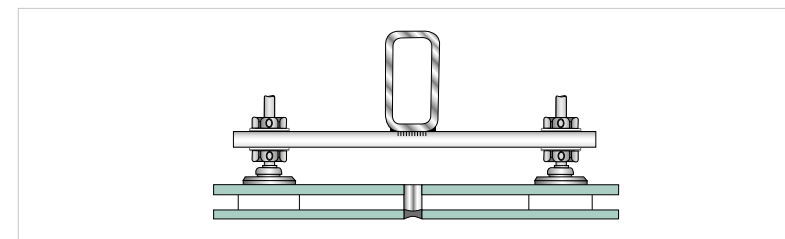
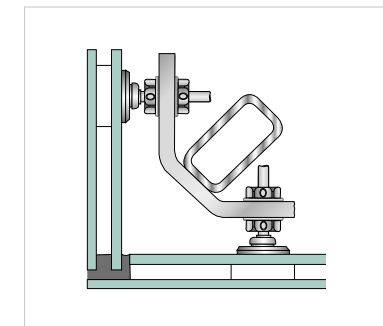
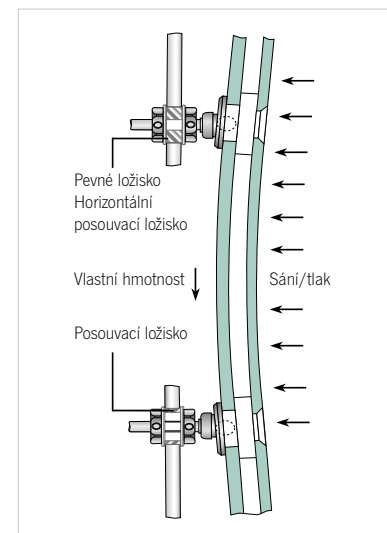
- Zasklení fasád a výtahů
- Zábradlí schodišť a balkonů
- Příčky a oddělovací stěny
- Stěny chránící proti světlu a světelné stropy
- Skleněné střechy a autobusové zastávky



Princip uložení

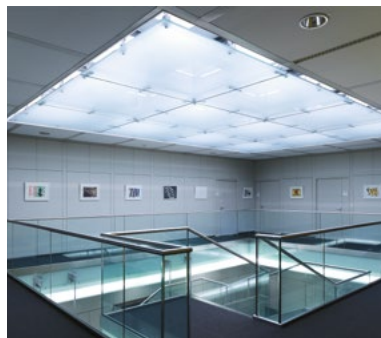
Nosná konstrukce může být u SWISSWALL provedena téměř volně. Možné jsou ocelové, lanové konstrukce nebo skleněné vodící tyče či nosiče. Nosná konstrukce musí být pouze schopna přijímat a přenášet vlastní hmot-

nost skleněných prvků, zatížení větrem a z toho plynoucí sily. Aby se předešlo možnému napětí, musí mít skleněný prvek možnost se z definovaného pevného bodu rozpínat všemi směry. Hmotnost skla je přijímána přes dva nejvyšší bodové držáky a přenášena na nosnou konstrukci. Zbývající body přebírají pouze vodorovné zatížení větrem. Rovněž zapuštěný držák kulového kloubu a patentovaný vyrovnávací systém přitom umožňují potřebné vyrovnání tolerancí a dilatace. I po zavěšení skla je možné bodové držáky ještě seřízovat.



5.7.3 SWISSANCHOR – bodový zádržný systém skla pro hladké vnější strany fasád

Inovativní upevnění skla upouští od provrtání fasády a vytváří tak větší čistotu konstrukce a noblesu. SWISSANCHOR je navržen tak, aby se malé upevňovací body přes zadní zářez ukotvily přímo do skla a vnější strana fasády tak zůstala zcela hladká. Vnější plášť působí ještě více filigránsky a klidněji než s upevňovacími systémy, které se musejí umísťovat skrz sklo. SWISSANCHOR má obecné schválení stavebního dohledu.



5.

SWISSANCHOR se hodí pro emailová, popř. povrstvená bezpečnostní skla. Otvor pro zadní zářez je možné udělat do skleněných tabulí od jmenovité tloušťky pouhých 10 mm. S tímto inovativním bodovým zádržným systémem je možné realizovat všechny předpjaté kombinace skla, také v oblasti vrstveného bezpečnostního skla.

- Hladké povrchy
- Žádné provrtání skla
- Maximální transparentnost díky minimalizaci upevňovacích bodů
- Nízké znečištění, protože vnější strana fasády je hladká
- Jednoduché čištění skleněných ploch



5.



SWISSANCHOR je možné použít na:

- zezadu odvětrávaná obložení vnějších stěn*
- Vertikální zasklení uzavírající prostor* do max. sklonu k vertikále 10°
- Systémy příček/obložení
- Výroba nábytku/výroba vitrín
- Zasklení nad hlavou**
- Zábradlí**

*S obecným schválením stavebního dohledu

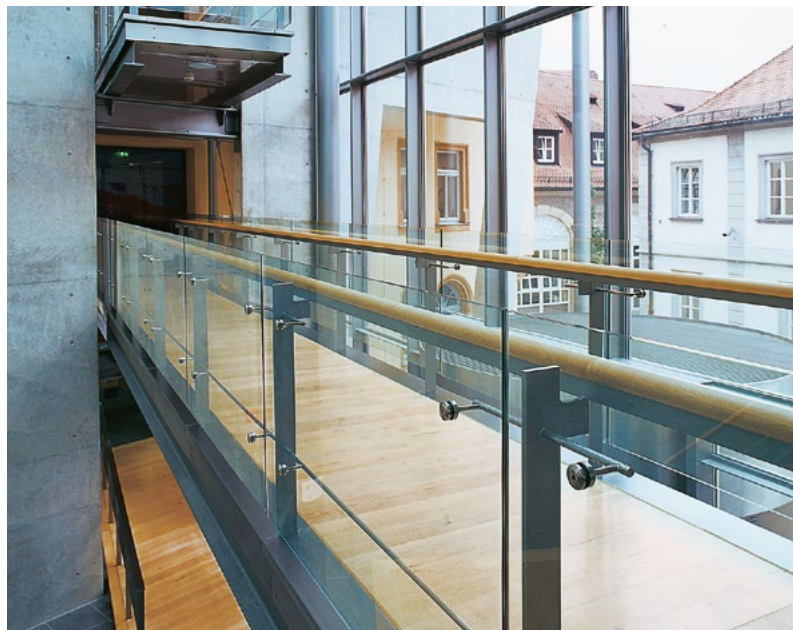
**Se souhlasem v jednotlivém případě

5.7.4 SANCO POINT / SWISSPOINT – bodové držáky zasklení

SANCO POINT je bodový držák, který ponechává prostor pro individualitu. A platí to nejen pro design. Malé, ale přesto silné bodové držáky SANCO POINT z ušlechtilé oceli jsou k dostání ve dvou různých provedeních.

Pro jednoduché sklo:

- S krytem čokovité hlavy pro fasády, panely a zábradlí s tloušťkou skla od 8 do 22 mm
- S krytem zápustné hlavy pro fasády a zábradlí s tloušťkou skla od 8 do 22 mm



Výhody SANCO POINT

- Jednoduchá montáž skla
- Po zavěšení skla lze ještě seřidit
- Kompatibilní s každou nosnou konstrukcí
- Vysoký komfort čištění díky plošné spojitým držákům



Oblasti použití SANCO POINT

- Prosklení výtahů
- Fasády
- Zábradlí schodišť, balkonů a ohrazení
- Příčky a oddělovací stěny
- Autobusové zastávky

Provedení s jednvrstevným bezpečnostním sklem nebo vrstveným bezpečnostním sklem.

Technika, která přesvědčí

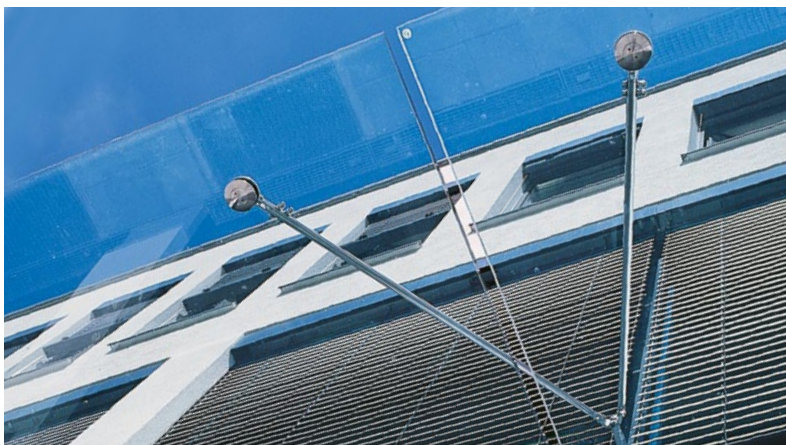
- Testované velikosti tabulí s Všeobecným osvědčením o zkoušce stavebního dozoru (AbP) v kategoriích dle DIN 18008 část 4:
 - Kategorie A a C3 až do 3000 x 3000 mm
 - Kategorie C2 až do 2500 x 1100 mm
- Montáž na okenní profily je přípustná.



5.7.5 SANCO ROOF / SWISSROOF – systém skleněných přístřešků

Lehké, elegantní, volně plovoucí – tak je možné několika slovy popsat dojem ze SANCO ROOF. Souhra transparentních skleněných prvků a filigránových držáků z ušlechtilé oceli dělá ze SANCO ROOF ideální ochranu před povětrnostními vlivy, aniž by vchody, výlohy nebo terasy zatemnila. Kombinace skla a kvalitního kování působí nejen vysloveně harmonicky, ale SANCO ROOF se také dokonale začlení do každé architektonic-

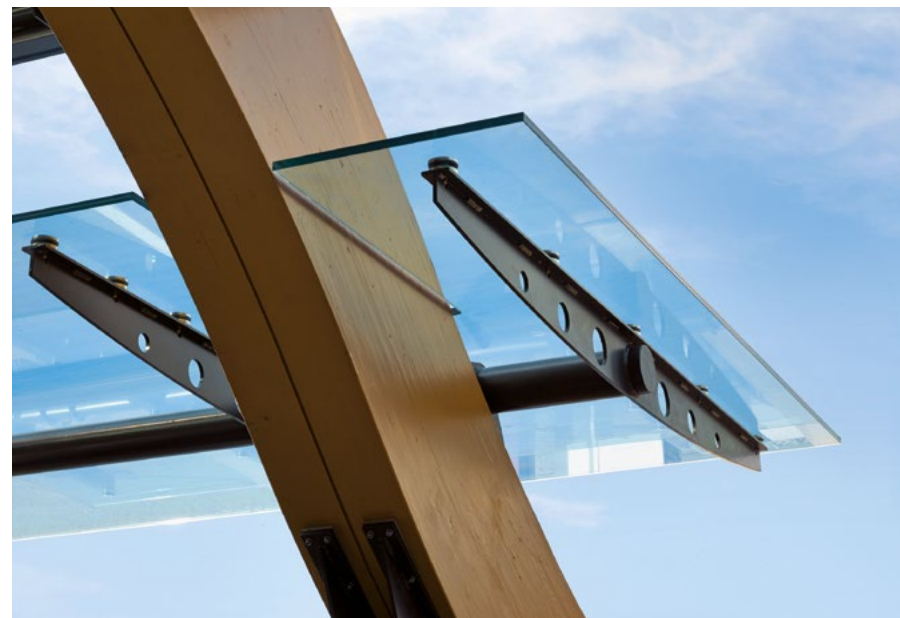
ké koncepce, do každého stavebního stylu. U novostaveb stejně jako při modernizaci starších staveb. Jak u soukromých domů, tak u firem. SANCO ROOF se vždy vyrábí individuálně a instaluje se mimořádně lehce a bezpečně. Důležité je: SANCO ROOF je více než šikmá střecha, protože systém skleněného přístřešku musí splňovat zvýšené požadavky na bezpečnost, konstrukční techniku a techniku zasklení.



Odolný vůči povětrnostním vlivům, bouři a kroupám

SANCO ROOF ve spojení s kvalitními držáky z nerez oceli z V4A a stabilní nástěnnou konzolí garantuje maximální bezpečnost. Srdcem přístřešku je vrstvené bezpečnostní sklo vážící střepiny (VSG) s obecným schválením stavebního dohledu (Z-70.3-152).

Zasklení VSG zajišťuje, že v případě eventuálního rozbití skla nehrozí osobám žádné nebezpečí. Fólie vysoce odolná proti roztržení, transparentní nebo na přání také barevná, umístěná mezi skleněnými tabulemi, spolehlivě zadrží úlomky skla.



5.7.6 LAMEX X-STRONG – vrstvené bezpečnostní sklo se zvýšenou nosností

LAMEX X-STRONG podstatně rozšiřuje možnosti použití VSG v mimořádně transparentní, filigránové architektuře. Při stejné síle celkové konstrukce tabulí je možné nosnost zasklení u LAMEX X-STRONG zvýšit až o 40 %. Důsledek: Vrstvené bezpečnostní sklo a jeho nosná konstrukce mohou být dimenzovány podstatně menší. Výrobek umožňuje plánování větších rozpětí.

Konstrukční použití skla

Za pomoci LAMEX X-STRONG mají projektanti velkých skleněných fasád možnost cíleně a ekonomicky zohlednit různá namáhání větrem pro každou jednotlivou dílčí plochu a stranu budovy. Protože norma pro zatížení větrem DIN 1055, část 4 reagovala na

Protože všechny funkční prvky podléhají menšímu namáhání, stoupá jejich trvanlivost, klesá spotřeba energie a materiálu při jejich výrobě.

LAMEX X-STRONG má obecné schválení stavebního dohledu.

nárůst a stoupající sílu bouří nejen čtyřmi regionálními zónami větrného zatížení pro Německo. LAMEX X-STRONG umožňuje rozdílná zatížení větrem zohlednit velice přesně a s velkou jistotou, aniž by se musely použít předimenzované tloušťky skla.



LAMEX X-STRONG v detailu

- Zvyšuje nosné vrstvené bezpečnostní sklo pro vertikální zasklení pod zatížením větrem, příp. horizontální užitečná zatížení osobami
- Vrstvené bezpečnostní sklo s obecným schválením stavebního dohledu Z-70.4-137
- Skladba z floatu, TVG, ESG, ESG-H nebo povrstveného skla
- Optika: transparentní, povrchy: čiré
- Tloušťky skla: 12 až 24 mm
- Max. formáty skla: 2000 x 7000 mm a 2600 x 4600 mm

Použití

- Zasklení balkonů, zábradlí
- Kombinace izolačního skla
- Zavěšené skleněné fasády
- Větrek zatížené části budov
- Zábradlí a zasklení chránící proti pádu
- Skleněné stěny
- Celoskleněná zařízení



5.7.7 SWISSRAILING two sided / two sided NG Systém skleněných zábradlí pro francouzské balkony

SWISSRAILING two sided je systém skleněného zábradlí pro okenní prvky, které sahají pod požadovanou výšku parapetu. (Okna s nižší výškou parapetu, příp. okna až k podlaze). Díky použití filigránových svorkových profilů je výhled ven téměř nerušený, komfort bydlení se podstatně zlepšuje. Architektura zůstává zachována.

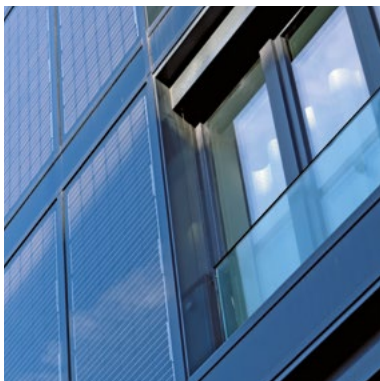
SWISSRAILING two sided, zasklení chráníci proti pádu včetně upevňovacího systému,

nabízí maximální transparentnost a lehkost při maximální bezpečnosti. Použitím svorkových profilů barevně ladících s okenním rámem není pohled na fasádu rušen. SWISSRAILING two sided NG se vyznačuje neviditelným šroubením, kde je krycí miska nasazena na svorkový profil.

Systém má Všeobecné osvědčení o zkoušce stavebního dozoru.

SWISSRAILING two sided / two sided NG v přehledu

- Kompletní systém s všeobecným osvědčením o zkoušce stavebního dozoru
- Montáž přímo na běžné okenní rámy (plast, dřevo, dřevo-hliník, hliník, ocel)
- Individuálně přizpůsobitelný téměř všem geometriím profilů
- Pro rámové profily/profilu příček/opěr
- Odpadá další utěsnění fasády
- Jednoduchá montáž, je možná i montáž dodatečná
- Předmontáž základního profilu je možná již z výroby
- Upevnění nosného profilu přes speciální hmoždinky také na zdivo
- Není třeba žádné madlo
- Jednoduché čištění díky volné hraně skla ve spodní části
- Svorkové profily, krycí misky a koncové kryty s různými barevnými vrstvami
- Standardní délky 900, 1000 a 1100 mm
- Zvláštní délky profilů na požádání
- Pro šířky oken až do 4000 mm s Všeobecným osvědčením o zkoušce stavebního dozoru



5.7.8 SWISSSTEP – kompletní systém pro skleněná schodiště a podlahy

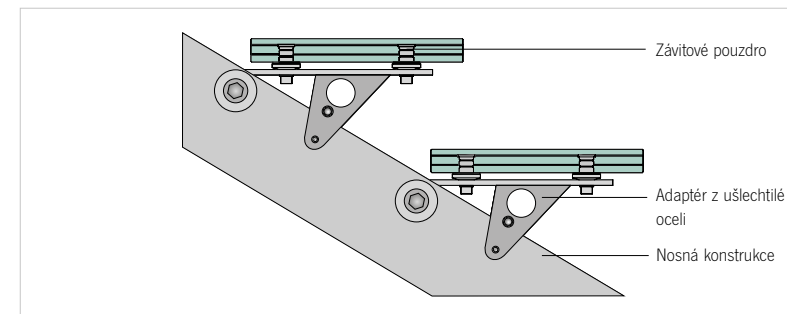
Transparentní a světlé spojení různých úrovní – systém skleněných schodů SWISSSTEP vytváří jasné akcenty v soukromých obytných prostorech i u schodiště ve správních budovách, v muzeích, hotelech nebo školách. Sklo umožňuje lehký a elegantní vzhled, vnitřní prostory díky tomu působí opticky otevřenější a větší. Jako tvůrčí prvek navíc sklo přebírá světlo a barvy ze svého okolí a dosahuje díky reflexi působivých efektů.



Schody a podlahy ze skla dodávají každému prostoru zcela mimořádnou, individuální atmosféru. SWISSSTEP přináší světlo na tmavší schodiště a dodává schodům nesrovnatelnou lehkost. Sklo, které je světlé, lehké a otevřené, se stává součástí architektury. Se SWISSSTEP dostávají architekti, stavebníci a výrobci kovových konstrukcí kompletní systémové řešení, s jehož pomocí je možné vytvářet nejrůznější varianty skleněných schodišť. Možnosti použití jsou rozmanité – ať se jedná o rovné tvary nebo točité skleněné schody. Také v kombinaci s kovem, kamenem, dřevem nebo jinými materiály splňuje sklo všechny nároky na dobrou architekturu.

V souladu s požadavky stavebního dozoru se SWISSSTEP skládá ze tří tepelně předpjatých jednotlivých tabulí, které jsou trvale spojené pomocí dvou houževnatě pružných plastových vrstev. Velká výhoda SWISSSTEP: Horní tabule není provrtaná. Tak je zaručena co možná největší transparentnost skleněného schodiště a není rušen celkový harmonický dojem ze skleněného povrchu.

Nejvyšší, neprovrtaná jednotka zasklení, je zušlechťena protiskluzovým sitotiskem, který zaručuje bezpečnou chůzi. Ať je povrch skla matný nebo čirý, jednobarevný nebo vzorovaný, lze ho zcela podle přání vytvářet celoplošně, v pruzích, s puntíky, čtverci nebo dokonce za pomoci firemního loga.



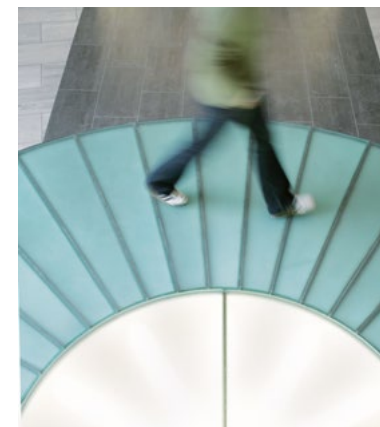
Schodiště se systémem

SWISSSTEP je systém skleněného schodiště, který ponechává prostor pro individualitu. To platí nejen pro design, i u upevnění jsou k dostání různé varianty: Jednak adaptér z ušlechtilé oceli, který při sklonu schodiště od 31 do 38° zaručuje zcela individuální napojení na nosnou konstrukci. Elegantním detailem je bodové upevnění šroubů v zabudovaném závitovém pouzdru. Malé upevňovací body garantují co možná největší transparentnost. Bodové uložení umožňuje přizpůsobit systém SWISSSTEP téměř všem nosným konstrukcím.



SWISSSTEP v přehledu

- Kompletní systém skleněného schodiště
- Elegantní dojem – každý prostor se stane designovým vrcholem
- Skládá se ze tří jednotlivých tabulí, které jsou vzájemně trvale spojené houževnatě pružnými plastovými vrstvami
- Nejvyšší jednotka zasklení bez vrtání
- Malé diskrétní upevňovací body
- Má vyzkoušenou zbytkovou nosnost podle stavebních předpisů
- Protiskluzový sitotisk odpovídá požadavkům profesního sdružení



5.7.9 SWISSDIVIDE – skleněné příčky do kanceláří, provozoven a obytných prostor

Dnes jsou na slavné čtyři stěny kladeny vysoké nároky. Dnes neobstojí stisnuté a tmavé místnosti, v kurzu je prostor a světlo. Dělicí stěny SWISSDIVIDE tyto požadavky ideálně splňují. Díky tomu, že propouštějí denní světlo hluboko do budovy, vzniká otevřené a příjemné prostředí pro bydlení i práci. Kromě toho přesvědčí jak chytrou technikou, tak nesčetnými možnostmi uspořádání.

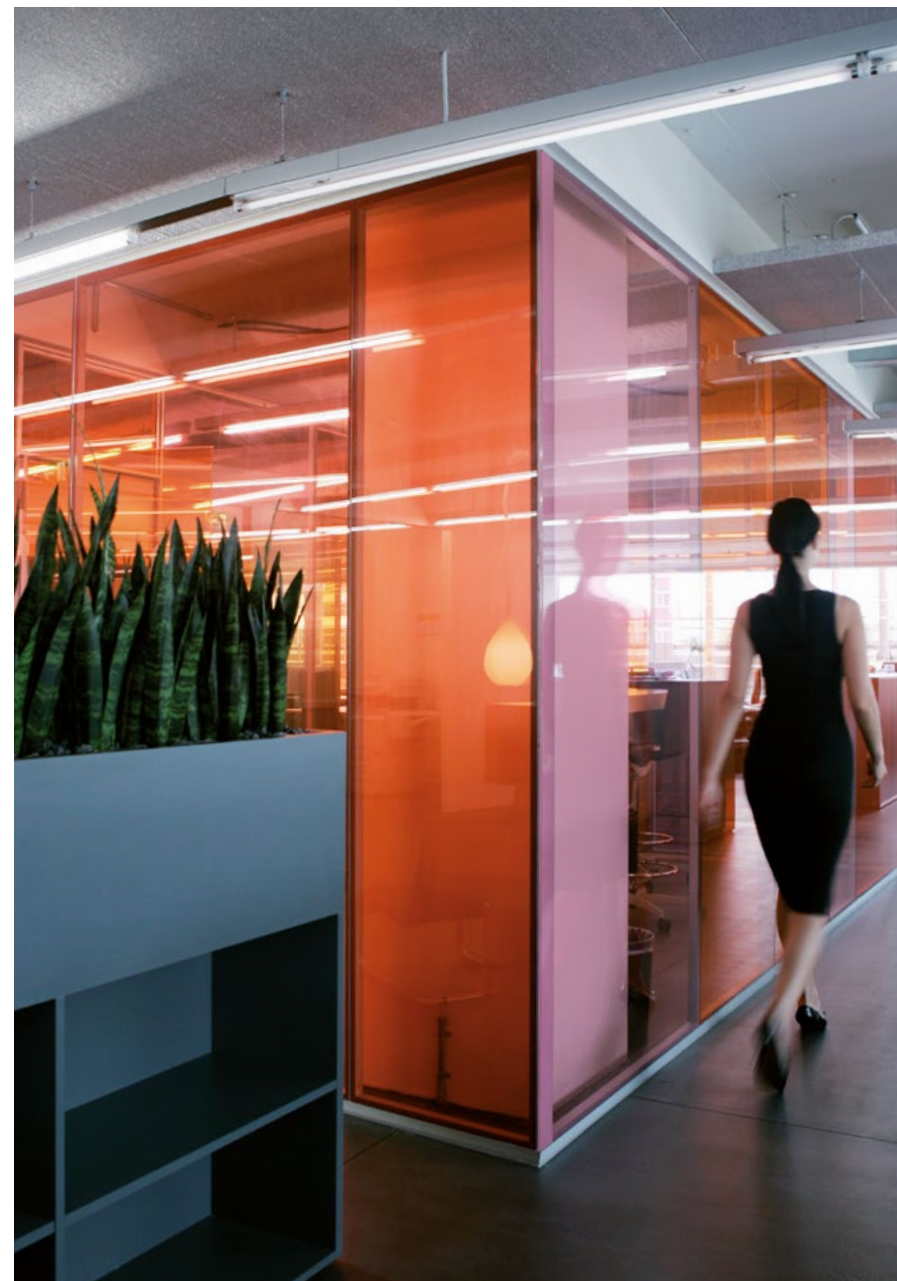
Systémy SWISSDIVIDE jsou skutečnými umělci adaptace a všude se optimálně začleňují. Speciální skla, námi vyvinutá a vyzkoušená, nabízejí účinnou ochranu před požárem a hlukem a jsou nedostižně hygienická, což dělá ze SWISSDIVIDE první volbu do komerčních i soukromých nemovitostí. Systém funguje zcela bez rastru, pozdější přizpůsobení je kdykoli možné.

Jednovrstvý systém SWISSDIVIDE ONE se svými filigránovými hliníkovými profily nadchne jednoduchou optikou a funkční rozmanitostí.

Skleněné systémy příček SWISSDIVIDE TWO je možné s libovolnou volbou úhlu přizpůsobit jakýmkoli podmínkám stavby. Dvouvrstvý systém nabízí zvýšenou ochranu proti hluku.

Vlastní vývoj SWISSDIVIDE TWOplus, rovněž dvouvrstvý, nabízí zvýšenou ochranu proti hluku a prostor uzavírající ochranu proti požáru s certifikací VKF.

Kombinace skla s kovově lesklými tkaninami je jednou z četných variant skla, jak dodat systému příček osobní tón. Sklo lze potisknout, pískovat a leptat. Tak je možné všechny příčky SWISSDIVIDE opatřit diskretní ochranou proti pohledům nebo je stylově uspořádat.





5.8 SANCO living – SKLENĚNÉ APLIKACE V DOMĚ

Sklo dobře působí nejen na plášti budovy: také uvnitř používají stavebníci a architekti tento přírodní materiál k dosažení působivých a individuálních cílů. SANCO living rozlišuje čtyři oblasti použití: home, style, spa, a outdoor. Ty zahrnují celé spektrum skleně-

ného nábytku, individuální koupelny, vstupní prostory, zasklení balkonů až po velkorysá vybavení výloh, sanitárních zón, ordinací nebo bazénů. Barvy, potisky a konstrukční prvky umožňují tvůrčí svobodu a funkci v architektuře se sklem.



5.8.1 home.living

Nábytek a interiér ze skla

V kuchyních představují skleněné pracovní desky, lemy, ochrana proti postříkání, v barevném, potišťeném nebo satinovaném provedení, dokonalé lákadlo. Plochy v kuchyni neruší žádný malý rastr spár. Světelný pás u baru odděluje kuchyni od jídelní části. Lemy, regály a prosklené skříně filtrují světlo a dodávají barevné akcenty.

Šatna ve vstupním prostoru, často úzký prostor, je díky použití zrcadel a skel světlejší, přátelštější a větší. Díky barvám a povrchovým strukturám lze vytvářet zrcadlové efekty, svítící stěny a nepřímé světlo. Skleněné plochy a nábytek disponují vysokou pasivní bezpečností a chrání tak před zraněním. Sklo se snadno udržuje, je hygienické a má dlouhou životnost. Díky velkému výběru barev, tisků i fotorealistických obrazů, ve vysokém lesku nebo hedvábně matných, a díky různým texturám jsou připraveny nabídky vyhovující nejrozumnějším přáním.



Skleněné aplikace v interiéru

- Nábytek ze skla
- Zrcadla
- Zábradlí
- Pracovní desky, zadní stěny kuchyní
- Stěny a dveře skříní
- Stoly, pulty
- Dělicí příčky a dveře
- Rozdělovací stěny

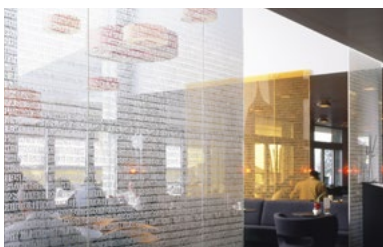


5.8.2 style.living

Skleněné konstrukce v interiéru

Sklo hýbe pozorovatelem. Díky novému myšlení, kombinacím s jinými materiály a texturami, hrou se světlem a barvami vznikají nové a stimulující efekty. Spojení teplého a studeného, tvrdého a měkkého, oddělování a spojování, to vše dělá ze skla favorita moderní architektury. Odolnost a bezpečnost skla, proměnlivost a rozmanité možnosti dělají z tradičního stavebního materiálu skla materiál s budoucností. Sklo přináší do domu světlo, je odolné při zatížení a kolísání teplot a vypadá vždy nově, podle světelných podmínek.

Sklo lze kombinovat s mnoha stavebními hmotami a přírodními materiály, je nadčasové. Dlouhá životnost a inertnost přispívají k trvalému zvyšování hodnoty domu. Skla lze snadno čistit a jsou proto hygienická. Konstruktivní skleněné prvky jsou stavebně technicky testované a proto je lze instalovat bez jakýchkoli pochyb. Skla existují v mnoha barvách a potiscích.



Skleněné aplikace v interiéru

- Prostory vchodu
- Nástavby
- Zábradlí, parapety
- Skleněná schodiště, pochozí skla
- Osvětlené vodící systémy
- Skleněné dveře
- Celoskleněná zařízení, stěny rozdělující prostor
- Laserem zpracovaná skla
- Zapínatelná skla, vyhřívatelná skla



5.8.3 spa.living

Sklo v koupelně

Malé koupelny jsou ve většině případů standardem. Zde je nutné těsně vyměřený prostor optimálně využít a náročně uspořádat. Individuální celoskleněné sprchy a skleněné prvky nejen flexibilně vycházejí vstříc architektonickému zadání, ale také zprostředkují pocit otevřeného prostoru. Estetický design až do nejmenšího detailu, kombinovaný s vysokou vhodností pro každodenní použití, dodávají z hlediska příjemného prostředí koupelny nové akcenty.

Sklo je nadčasový materiál a hodí se ke každému stylu. Odolné materiály zajišťují dlouhou životnost a jsou díky vysokému komfortu čištění velice hygienické. Bezbariérový přístup ke sprše s velkou svobodou pohybu, kombinovaný s kvalitním designovým kováním s různými povrchy, to vše zprostředkovává zcela nový pocit z prostoru s maximálním komfortem.

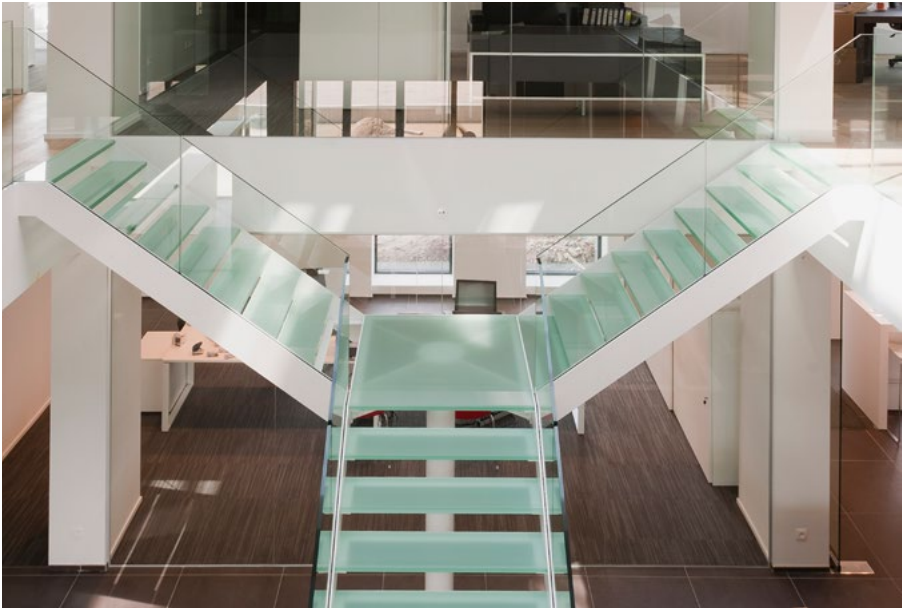


Skleněné aplikace v sanitární oblasti

- Celoskleněné sprchy jako příslušenství k vanám, sprchové kouty, kulaté nebo hranaté řešení
- Skleněné dveře a obložení stěn
- Zrcadla
- Nábytek, regály ze skla, odkládací plochy
- Dělicí příčky se žaluziemi uvnitř
- Barevná skla

v transparentním, matném, strukturovaném nebo potištěném provedení skla





Výrobky SANCO living – home, style, spa

Bezpečnost	
SANCO DUR	Jednovrstvé bezpečnostní sklo
SANCO DUR TVG	Částečně předpjaté sklo
SANCO LAMEX	Lepené bezpečnostní sklo
Vnitřní design	
SWISSSTEP	Skleněná schodiště
SWISSDOOR	Dveře a dveřní systémy ze skla
SWISSDIVIDE	Skleněné přčky
SWISSDOUCHE	Skleněné sprchy
SWISSCULINARIA	Designová skla pro zadní stěny kuchyní
Designová skla	
SANCO LAMEX COLORDESIGN	Barevné designové sklo
SANCO LAMEX SATIN	Hedvábně lesklé vrstvené sklo
EUROLAMEX METALLIC	Metalicly lesklé / barevně proměnlivé designové sklo
EUROFLOAT DECO BRUSH DUR DECO BRUSH LAMEX DECO BRUSH	Barevná designová skla s jednotnou neprůhlednou barevnou plochou
SANCO PRINT	Sklo ESG potištěné sítotiskem keramickou barvou
SANCO LAMEX COLORPRINT FP	Sklo VSG s individuálně potištěnou PVB fólií
SANCO COLORPRINT CP/HD	Digitální tisk s vysokým rozlišením na skle
SANCO SCREENLIGHT	Osvětlené obrazy na skle
Speciální skla	
SANCO CONTROL	Ochrana před pozorováním a zastínění v meziskelním prostoru
SANCO LUXAR	Neoslňující skla
SANCO LAMEX TRANSOPAC	Zapínatelné vrstvené sklo (transparentní/průsvitné)
DURACLEAR	Sklo odolné vůči korozi pro vlhké prostory
SANCO DUR SCREEN	Sklo ESG pro zadní projekci
SANCO LAMEX SCREEN	Sklo VSG pro zadní projekci
SANCO Plus SCREEN	Izolační sklo pro zadní projekci
SANCO PHOTON	Laserové zpracování ve skle a na povrchu



5.9 SANCO living – SKLO NA DOMĚ A KOLEM NĚJ

5.9.1 outdoor.living

Na přechodu zevnitř ven je možné pro bydlení a práci vytvořit dodatečná místa, která jednak znamenají přírodu a světlo, jednak představují optické a akustické hranice. Kultivovaná místa ze skla a se sklem.

Barvy, tisky, satinování, tvary zvýrazňují prostředí a akcentují přirozený kontrast. Skleněný design je možné spojit s konstrukčními stavebními prvky do multifunkčních částí budovy s vysokou bezpečností a estetikou. Sklo je vhodné pro každodenní použití a zvyšuje hodnotu soukromé i komerční budovy.

Venkovní zařízení ze skla jsou „vyzkoušená proti kroupám a bouřkám“, snášejí studené zimy i horká léta. Odolné materiály jsou synonymem dlouhé životnosti a snadno se ošetřují. Upevňovací prvky jsou osvědčené a testované a schválené úřady stavebního dozoru. Přístřešky, optické hranice, značení, schody – sklo se hodí ke každému stylu.



Skleněné aplikace

- Zahradní ploty
- Barevná balkonová zábradlí
- Štíty, vodící systémy
- Garážová stání, přístřešky
- Domovní vchody
- Zimní zahrady
- Ochrana před větrem a pozorováním
- Pochozí lávky
- Terasy





Výrobky SANCO living – outdoor

Bezpečnost	
SANCO DUR	Jednovrstvé bezpečnostní sklo
SANCO DUR TVG	Částečně předpjaté sklo
SANCO LAMEX	Lepené bezpečnostní sklo
Systémy	
SANCO ROOF	Systém skleněných přístřešků
SWISSRAILING two sided	Systém skleněných zábradlí pro francouzské balkony
SANCO POINT	Bodové držáky skla
SWISSANCHOR	Přidržený systém skla bez provrtání skla
SWISSWALL	Systém bodových držáků s obecným schválením stavebního dozoru
LAMEX X-STRONG	Vrstvené bezpečnostní sklo s až o 40 % zvýšenou nosností
Designová skla	
SANCO LAMEX COLORDSIGN	Barevné designové sklo
SANCO LAMEX SATIN	Hedvábně lesklé vrstvené sklo
EUROLAMEX METALLIC	Metalicky lesklé / barevně proměnlivé designové sklo
EUROFLOAT DECO BRUSH DUR DECO BRUSH LAMEX DECO BRUSH	Barevná designová skla s jednotnou neprůhlednou barevnou plochou
EUROWHITE NG	Extra bílé floatové sklo
SANCO PRINT	Sklo ESG potištěné sítotiskem keramickou barvou
SANCO LAMEX COLORPRINT FP	VSG s individuálně potištěnou PVB fólií
SANCO COLORPRINT CP/HD	Digitální tisk s vysokým rozlišením na skle
Speciální skla	
SANCO CONTROL	Ochrana před pozorováním a zastínění v meziskelním prostoru
SANCO LUXAR	Neoslňující skla
SANCO LAMEX TRANSOPAC	Zapínatelné vrstvené sklo (transparentní/průsvitné)
SANCO DUR SCREEN	Sklo ESG pro zadní projekci
SANCO LAMEX SCREEN	Sklo VSG pro zadní projekci
SANCO Plus SCREEN	Izolační sklo pro zadní projekci
SWISSPANEL SOLAR	Potištěné fotovoltaické moduly



5.10 SPECIÁLNÍ SKLA

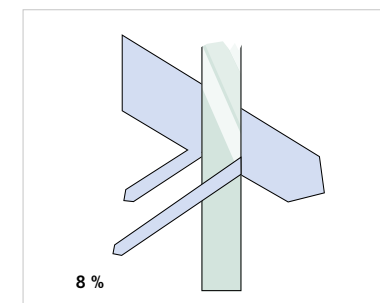
5.10.1 Neoslňující skla

5.10.1.1 SANCO LUXAR / LUXAR

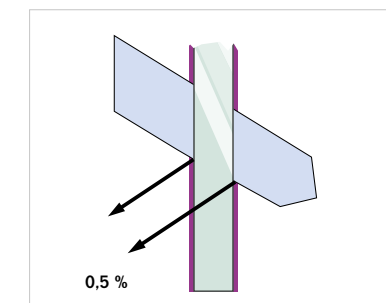
SANCO LUXAR je antireflexní magnetronem povrstvené sklo, které skoncuje s rušivým zrcadlením a světelnými odrazy. Pohledy a průhledy bez rušivých zrcadlení jsou na mnoha místech nejen otázkou estetiky, ale slouží také bezpečnosti a vizuálnímu komfortu. Právě kvalitní výrobky nebo umělecká díla musejí být prezentovány za bezpečnostním sklem. Běžná bezpečnostní zasklení dosud

ovlivňovala volný výhled. Také informační tabule a multifunkční displeje se SANCO LUXAR najde využití i na informačních tabulích a multifunkčních displejích díky extrémně nízkému zbytkovému zrcadlení. Vynikající průhled, brilantní barvy a nejlepší rozlišení vedou k tomu, že SANCO LUXAR není opticky téměř vnímán. Kompletní program izolačních skel SANCO je k dostání v provedení LUXAR.

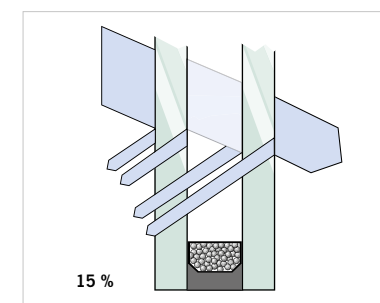
Hodnoty odrazu světla



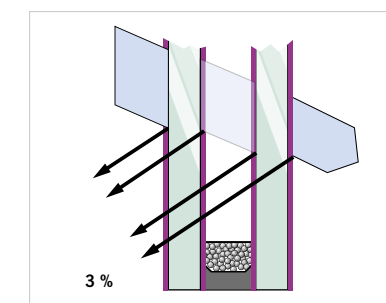
Nepovrstvené floatové sklo
Odraz světla 8 %



SANCO LUXAR, oba povrchy antireflexní
Odraz světla 0,5 %



Konvenční izolační sklo
Odraz světla 15 %



SANCO Plus EN2 s vrstvou SANCO LUXAR
všechny povrchy antireflexní
Odraz světla 3 %

Výhody v přehledu

- SANCO LUXAR je antireflexní, magnetronem povrstvené sklo s následujícími vlastnostmi:

 - Žádné rušivé zrcadlení a odrazy světla
 - Nejmenší možné hodnoty odrazivosti
 - Systém vrstev: tvrdá vícenásobná vrstva na bázi magnetronu – chová se jako hardcoating
- Zvýšení propustnosti světla o více než 10 % u izolačního skla
 - Při průhledu žádné změny barvy
 - K dostání jako floatové čiré a extra bílé sklo
 - Zpracování na ESG, VSG a zahnuté sklo je možné, i se sítotiskem

Izolační sklo SANCO s vrstvou SANCO LUXAR

Aby se dosáhlo co možná nejlepšího antireflexu, měl by být antireflexní každý přechod sklo/vzduch. Také povrchy ležící směrem k meziskelnímu prostoru izolačního skla odrážejí a vytvářejí tak zrcadlení.

Jednostranný antireflex



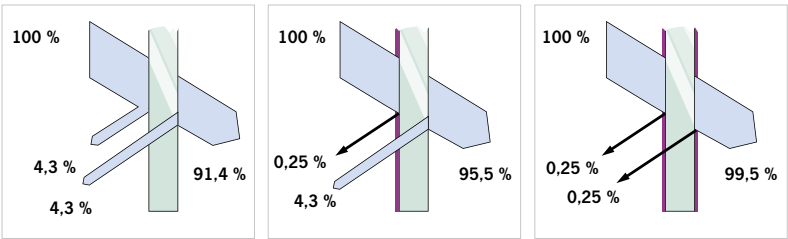
Oboustranný antireflex



Technické údaje

Tloušťky skla	2 – 12 mm
Max. rozměry 2 mm	1900 x 1475 mm
Max. rozměry 3 – 12 mm	3005 x 1900 mm
Program dodávek LUXAR	LUXAR jednostranně s vrstvou pro výrobu VSG; LUXAR oboustranně s vrstvou; float čiré; extra bílé; šedé, zelené sklo atd.
Skla LUXAR je možné dále zpracovávat na	VSG; ESG; obloukové sklo; sítotisk; izolační sklo; pancéřové sklo; Hard Coat Low-E, COLORPRINT
Reprodukce barev předmětů v průhledu	Nezkreslená
Barva zbytkové reflexe	Neutrální – namodralá

Součinitel prostupu světla u jednoduchých zasklení (LT v %)



Floatové sklo

LUXAR jednostranně

LUXAR oboustranně

Možnosti použití

- Floatové sklo
- Jednovrstvé bezpečnostní sklo
- Poplašné sklo
- Vrstvené bezpečnostní sklo a pancéřové sklo
- Zelené sklo a extra bílé sklo
- Sítotisk
- Kombinace izolačního skla, také s tepelně izolační vrstvou

Možnosti použití

- Informační tabule
- Fasády
- Výlohy
- Ploché displeje
- Rámy obrazů
- Videostěny
- Zařízení přepážek
- Vitríny
- Prodejní pulty atd.

5.10.1.2 SANCO Sun Night Vision / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP Night Vision

SANCO Sun Night Vision nadchne nerušeným průhledem směrem ven, zejména za tmy, díky minimální vnitřní reflexi (až do 4 %).

Navíc nabízí maximálně účinnou ochranu před slunečním zářením a teplem. Nízký celkový činitel prostupu sluneční energie (24 %) zajišťuje aktivní ochranu před vyzařováním tepla a trvale tak snižuje potřebu energie na chlazení.

SANCO Sun Night Vision se používá všude tam, kde je třeba účinné ochrany před slunečním zářením a v noci je požadován jasný průhled na zajímavé okolí.



SANCO Sun Night Vision



Čistý průhled díky několikanásobně antireflexnímu sklu. Minimální vnitřní reflexe mezi 4 % a 5 %.

Běžné protisluneční izolační sklo



Jasný zrcadlový efekt u okna v noci. Normální vnitřní reflexe mezi 20 % a 30 %.

SANCO Sun Night Vision Izolační sklo

	SANCO Sun Night Vision 6 mm / 16AR SANCO Plus EN2 + LUXAR 4 mm
Činitel prostupu	34 %
Součinitel odrazu světla uvnitř	3,0 %
Součinitel odrazu světla vně	35 %
Součinitel absorpce záření	52 %
Celkový činitel prostupu sluneční energie G podle DIN EN 410	26 %
Obecný index reprodukce barev R _a	94
Hodnota U _g podle DIN EN 673	1,1 W/m ² K

AR = argon, SANCO Sun Night Vision vrstva na pozici 2, SANCO Plus EN2 vrstva na pozici 3, LUXAR vrstva na pozici 4

Technické hodnoty vypočteny pomocí glaCe. Hodnota U_g podle DIN EN 673 zjištěna pro svislou montáž. Výňatek z programu izolační skla SANCO. Další skladby na www.sanco.de

5.10.2 Spínatelná skla SANCO LAMEX transopac / LAMEX TRANSOPAC

SANCO LAMEX transopac je vrstvené sklo, které lze elektricky přepínat mezi transparentností a průsvitností. Molekuly tekutých krystalů ve speciální LC fólii mění elektrickým napětím svůj směr. Bez přívodu proudu se uspořádají libovolně – fólie se jeví jako prů-

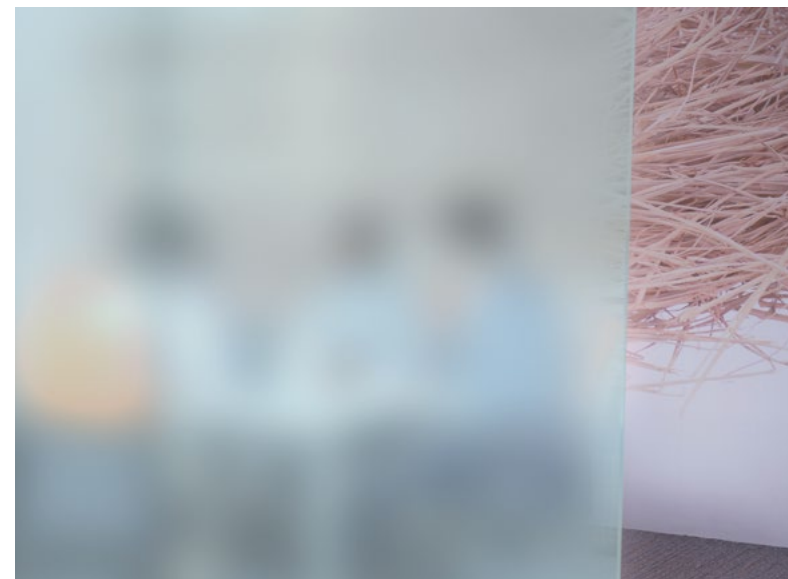
svitná bílá. Je-li přivedeno napětí, molekuly se systematicky uspořádají – fólie bude transparentní. Sklo je přepínatelné během 100 ms, stisknutím tlačítka lze přecházet mezi průhledem a neprůhledností.

Charakteristiky

- Je potřeba oběžný rám o šířce cca 15 mm
- Další možnosti utváření a kombinací, např. SANCO PRINT nebo zabudování do izolačního skla v oknech

Oblasti použití

- Konferenční prostory
- Kancelářské prostory
- Výslechové místnosti
- Oblasti s požadavky na výhled, popř. žádný pohled



5.10.3 Nezamlžující se sklo SANCO Plus FREE VISION T / SANCO SILVERSTAR FREE VISION T

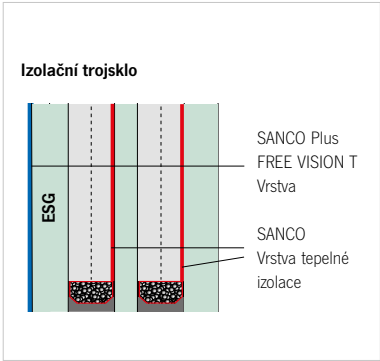
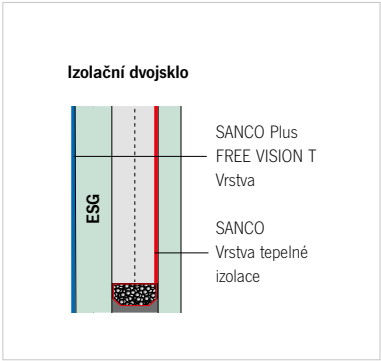
Moderní tepelně izolační sklo se může za určitých povětrnostních podmínek zvenku zamlžít. Tento fyzikální jev je způsoben zlepšenou tepelnou izolací izolačních skel. Protože vnitřní tabule se zahřeje téměř na teplotu místnosti a vnější tabule je kvůli malému toku tepla silně ochlazována, izolační skla se zamlží, pokud jejich vnější povrchová teplota klesne pod teplotu rosného bodu okolního vzduchu.

V SANCO Plus FREE VISION T byla vyvinuta vrstva, která účinně brání vnějšímu zamlžení a zajišťuje stále nezamlžený výhled. Nezávisle na povětrnostní situaci může vrstva proti zamlžení absorbovat kondenzát, aniž by ovlivnil optické vlastnosti skla – světelné technické hodnoty se částečně dokonce zlepší. SANCO Plus FREE VISION T je barevně neutrální, necitlivé vůči mechanickým vlivům, má dlouhou životnost a je optimálně vhodné pro tepelně izolační skla s nízkou hodnotou Ug.

Typ skla	Skladba	Hodnota Ug podle DIN EN 673	Činitel prostupu podle DIN EN 410	Celkový činitel prostupu sluneční energie slunečního záření podle DIN EN 410	Odraz světla vně podle DIN EN 410
	mm	W/m²K	LT % (±2)	hodnota G % (±2)	LR % (±2)
SANCO Plus FREE VISION T	4 - 16AR - 4	1,0	72	50	17
SANCO Plus FREE VISION T	4 - 14AR - 4 - 14AR - 4	0,6	75	56	12

AR = argon, SANCO Plus FREE VISION T vrstva na pozici 1, vrstva tepelné izolace u izolačního dvojskla na pozici 3, u izolačního trojskla na pozici 3 a 5

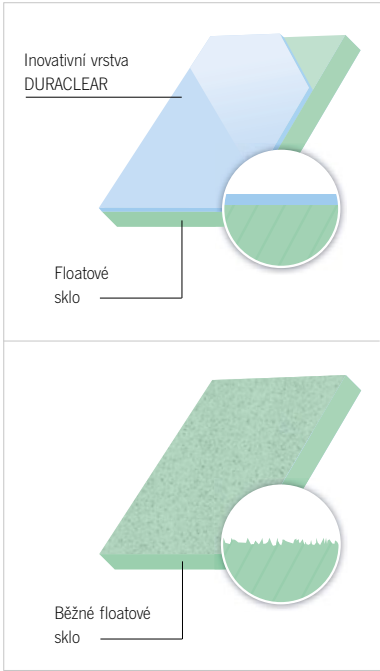
Technické hodnoty vypočteny pomocí glaCe. Hodnota Ug podle DIN EN 673 zjištěna pro svislou montáž. Výňatek z programu izolační skla SANCO. Další skladby na www.sanco.de



5.10.4 Sklo SANCO s vrstvou DURACLEAR

Dokonce i u nejmodernějšího floatového skla lze ve stavu bez vrstvy sotva zabránit mikroskopicky malým nerovnostem a škrában-cům. Dlouhodobě se usazuje vodní kámen a nečistoty, které vedou k tomu, že sklo vypa-dá slepé. Všude tam, kde sklo přichází do kontaktu s vlhkostí, jsou proto požadována nová řešení. Díky vrstvě DURACLEAR zůstává

povrch skla velice hladký a zachovává si svůj čirý lesk. Při nanášení se tenoučká vrstva nerozpustně spojí se základním sklem. Sklo je tak odolné vůči chemickým, tepelným a mechanickým vlivům. Díky svému trvale hladkému povrchu zajišťuje vrstva pro funkč-ní sklo od počátku maximální odolnost vůči korozi a dlouhou životnost a lesk.



Díky vrstvě DURACLEAR dostane sklo: Maxi-mální odolnost vůči korozi, rovnoměrně hlad-ký povrch, dlouhou životnost a trvalý lesk – po mnoho let.

Ani ty nejmodernější výrobní postupy nemo-hou zabránit tomu, aby běžné sklo nevyka-zovalo mikroskopicky malé prohlubně, póry a škrábance. Usazuje se vodní kámen a částice nečistot, sklo se stává nevzhledným a ztrácí svůj přirozený lesk.

Vrstvu lze nanést na všechna základní floatová skla. Světelné technické údaje základních skel zůstávají beze změny. Ze zušlechťeného skla je možné vyrobit čas-tečně předpjaté sklo, vrstvené bezpečnostní

sklo, jednovrstvé bezpečnostní sklo (i ESG-H), obloukové sklo, sklo potíštěné sitotiskem a kombinace izolačního skla s vrstvou tepelné izolace. Ani otvory a broušení hran nejsou problém.



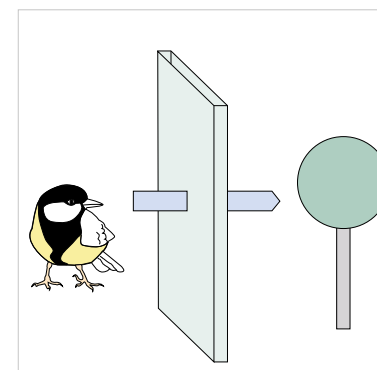
5.10.5 SANCO BIRDprotect / SILVERSTAR BIRDprotect

Ochrana pro opeřené přátele

Sklo nabízí člověku mnohé výhody. Ovšem pro živé ptáky mohou skleněné fasády, velké plochy oken a protihlukové stěny ze skla představovat život ohrožující nebezpečí. Neboť i když jsou optickým smyslem velice dobře přizpůsobeni svému přirozenému prostředí, velice špatně rozeznávají lidskou rukou vytvořené překážky ze skla.

Aby se snížilo riziko kolize, společnost Glas Trösch za podpory Švýcarské ornitologické stanice Sempach vyvinula skleněná řešení chránící ptákům v nárazu.

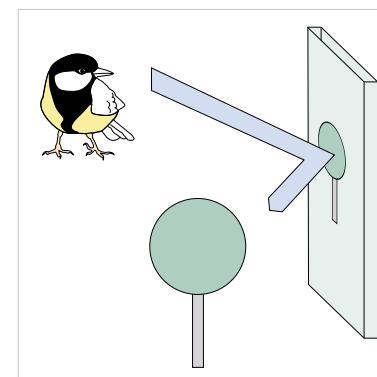
SANCO BIRDprotect je cenným příspěvkem k ochraně ptáků v moderní architektuře. Prostup světla a odraz jsou osudné jevy, které vedou ke kolizím ptáků se sklem.



Prostup světla

Nejznámější příčinou kolizí se sklem je jeho transparentnost. Ptáci vidí za sklem lákavou rostlinu nebo krajinu a přehlédnou při přímém letu tabuli.

5.



Odraz

Podle typu tabule, osvětlení a vnitřku budovy je okolí odraženo s různou silou. Pokud se odráží krajina, je ptákovi simulován atraktivní prostor pro život. Aniž by věděl, že se jedná pouze o zrcadlový obraz, narazí do tabule.

SANCO BIRDprotect výroba a zušlechťování

Se SANCO BIRDprotect OFFICE, HOME a STREET jsou podle požadavků a podmínek k dispozici tři typy výrobků, které téměř úplně brání kolizím.

SANCO BIRDprotect OFFICE

SANCO BIRDprotect OFFICE je pro ptáky přívětivé izolační sklo pro většinou klimatizované kancelářské budovy, reprezentační stavby a veřejné komplexy, které potřebují současně tepelnou izolaci a ochranu proti slunečnímu záření. Díky patentované vnitřní

vrstvě se na skle nebo ve skle objevují viditelné struktury, které lámou zrcadlení a ptáky včas odradí. Je k dostání jako izolační dvojsklo nebo trojsklo a také v kombinaci s vrstvami tepelné izolace a ochrany proti slunečnímu záření.

**SANCO BIRDprotect HOME**

SANCO BIRDprotect HOME je izolační sklo bránící nárazu ptáků pro rodinné domy a bytovky a minimálně energetické stavby, kde se má ukládat teplo a spořit energie.

Izolační sklo s malou reflexí HOME existuje jako dvojsklo nebo trojsklo. Pták není oklamán zrcadlením krajiny a rozpozná pro něj nezajímavé předměty uvnitř bytu.

SANCO BIRDprotect STREET

SANCO BIRDprotect STREET je pro ptáky přívětivé řešení pro protihlukové stěny, ohraničení balkonů, rohová zasklení, autobusové zastávky a telefonní budky, které mají chránit před hlukem a povětrnostními vlivy.

Potíštěná, zalamínovaná fólie nebo struktura přímo na skle jej činí pro člověka i zvíře dobře viditelnými. Je k dostání jako izolační sklo, jednoduché bezpečnostní sklo a vrstvené bezpečnostní sklo.



6. Literatura SANCO – aplikační technika

SANCO – informace aplikační techniky, jako např.



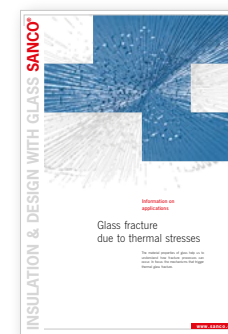
směrnice pro zasklení pro jednoduché sklo a izolační sklo SANCO s více tabulemi



Přiručka tolerancí



Izolační sklo okrajový spoj „Teplá hrana“



Prolomení skla tepelným pnutím



Kondenzace



Kompas „Tepelná hrana“

a další informace k otázkám aplikační techniky a zasklení je možné získat u společnosti SANCO.



SANCO – informace o aplikační technice, jako např.



o systémech v meziskelním prostoru



Sklo v interiéru



Vhodnost řadově uskladněných skel k použití



Pochozí skla



Omezeně pochozí skla



Zasklení chránící proti pádu TRAV

a další informace k otázkám aplikační techniky a k zasklení je možné získat u společnosti SANCO.



7. Rejstřík

Kapitola

A

Absorpce.....	3.3.3, 3.3.4
Aktivní bezpečnost.....	4.3
Akustická emise	3.4.3
Akustická imise	3.4.3
Akustický tlak, hladina akustického tlaku, hladina zvuku	3.4.2
Akustika	3.4.2
Akustika místnosti	3.4.2
Autokláv	2.6.3

B

Barevné bezpečnostní sklo	5.6.2
Bezpečnostní izolační sklo.....	5.4
Bodově uložená skla.....	4.1.5, 4.2.2.2
Bodové zádržné systémy	5.7.2, 5.7.3, 5.7.4
Borosilikátové sklo.....	2.3.5
Celkový prostup energie hodnota G	3.3.4
Cínová lázeň	2.1
Částečně předpjaté sklo TVG.....	2.5
Černé těleso.....	3.3.2
Činitel propustnosti UV.....	3.3.5
Činitel prostupu světla hodnota LT	3.3.4

D

Decibel	3.4.2
Dekorativní skla.....	5.6
Digitální tisk na fotovoltaiace	5.6.8
Dimenzování skla	4.1
DIN 18008	4.1
Doba požární odolnosti	4.4.3
Dopravní plocha	4.2.3.1, 4.2.3.2

E

Elektromagnetické záření	3.3.2
Emisivita	3.1.2
Energetický certifikát	3.5.2
Energeticky úsporné stavění a sklo	3.5.5
EVA.....	2.6.1

F

Faktor b	3.3.4
Faktor teploty f	3.2.3
Faktory přizpůsobení spektru C a C _{tr}	3.4.3
Floatové sklo	2.3.1
Floatové sklo výroba	2.1
Francouzský balkon.....	5.7.7
Frekvence	3.4.2

H

Hodnota · fasád	3.1.5.3
Hodnoty · oken	3.1.5.2
Horizontální zasklení	4.1.5, 4.2.2
Hranice plísni.....	3.2.2
Hustota	2.2.2

I

Index reprodukce barev R _a	3.3.4
Infračervené záření.....	3.3.2
Interference.....	3.4.2
Jednoduché bezpečnostní sklo ESG	2.4
Jednoduché bezpečnostní sklo výroba	2.4.2

K

Klima v místnosti	3.2.4, 3.3.5
Koncept dílčí spolehlivosti.....	4.1.2
Kondenzace.....	3.2.2, 3.2.5
Konstrukční skladba skla.....	5.7
Konvekce	3.1.2
Koroze skla	2.2.4
Křemenné sklo.....	2.3.10
Křišťálové sklo.....	2.3.9
Křišťálové zrcadlové sklo.....	2.3.8
Křivka rosného bodu, diagram rosného bodu, teplota rosného bodu.....	3.2.2
Křivky zvukové izolace	3.4.4

L

Liniově uložená skla	4.1.4, 4.2.2.1
----------------------------	----------------

M

Magnetronický postup	2.7.1
Meziskelní prostor	2.8.2
Modul pružnosti	2.2.2

N

Nárazová bezpečnost	4.1.3
Neoslňující skla	5.10.1
Normované klima	3.2.2, 3.2.3
Nosnost	4.1.3

O

Obrazy na skle	5.6.3, 5.6.4, 5.6.5
Odolnost vůči střídání teplot	2.2.3, 2.4.1
Odraz	3.3.3, 3.3.4
Okna s příčkami	3.1.5.5
Okrajový spoj	2.8.2
Ornamentní a lité sklo	2.3.2
Ornamentní drátosklo, drátosklo a leštěné drátosklo	2.3.3

P

Pasivní bezpečnost se sklem	4.2
Pevnost v ohybu	2.4.1
Pevnost v tahu a tlaku	2.2.2
Pochozí zasklení	4.1.7, 4.2.2.3
Polyvinylbutyral PVB fólie	2.6.1
Postup s vysokým vakuem a magnetronem	2.7.1
Použitelnost	4.1.3
Povlak DURACLEAR	5.10.4
Povrchová teplota	3.2.2, 3.2.3, 3.2.4
Pravidla pro návrhy a konstrukci	4.1.2
Proces povrstvení	2.7
Prohřívání jednoduché bezpečnostní sklo	2.4.6
Propustnost	3.3.3, 3.3.4
Prostor, drážky pro sklo	2.8.2
Protimlžné sklo	5.10.3
Protipožární sklo	4.4
Protiradiační sklo	2.3.7
Protisluneční izolační sklo	5.2
Předlaminace	2.6.3
Předpětí	2.4.1
Přenos tepla	3.1.2
Příčky v meziskelním prostoru	5.5.2
Pyrolytický proces povrstvení	2.7.2

R

Relativní vlhkost vzduchu	3.2.2
Rohové výřezy / krajové výřezy	2.3.11.2
Rozsah slyšitelnosti	3.4.2

S

SANCO living	5.8, 5.9
SGP	2.6.1
Síťotisk na skle	5.6.1
Skleněné příčky	5.7.9
Skleněné schody / skleněné podlahy	5.7.8
Skleníkový efekt	3.3.3
Sklo chránící ptáky	5.10.5
Sklo pro renovace	2.3.4
Sklokeramika	2.3.6
Sluneční vlastnosti	2.2.5
Sluneční záření	3.3.2
Směrnice VdS	4.3.2
Sodnovápenatokrémicité sklo	2.2.1
Součinitel prostupu tepla	2.2.3, 3.1.3
Součinitel prostupu tepla U _{cw} fasády	3.1.5.3
Součinitel prostupu tepla U _g zasklení	3.1.5.1
Součinitel prostupu tepla U _w okna	3.1.5.2
Součinitel tepelné vodivosti	2.2.3
Spinatelná skla	5.10.2
Stavební akustika	3.4.2, 3.4.3
Stínící koeficient	3.3.4
Stupňovitá izolační skla	4.2.2.1
Svítilné sklo	5.6.6
Systém skleněného zábradlí	5.7.7
Systém skleněných přístřešků	5.7.5
Systémy distančních držáků	2.8.2, 3.1.5.4
Systémy v meziskelním prostoru	5.5

T

Tepelná vodivost	3.1.2
Tepelná vodivost	3.1.2
Tepelně izolační sklo	5.1
Tepelné záření	3.1.2

Tepelný most	3.1.4
Tepelný plášť budovy	3.2.2
Teplá hrana	3.1.5.4
Třídy odolnosti	4.3.2, 4.3.3, 4.3.4
Třídy požární odolnosti	4.4.3
Tvrдост	2.2.2

U

Ukazatel selektivity S	3.3.4
UV záření	3.3.2

V

Vertikální zasklení	4.1.5, 4.2.3
Větrání	3.2.6
Vlhkost vzduchu	3.2.2
Vlnová délka	3.3.2, 3.3.3
Vrstvená skla VG	2.6.4
Vrstvené bezpečnostní sklo VSG	2.6
Vrstvené bezpečnostní sklo výroba	2.6.3
Vrtané díry	2.3.11.3
Vyhodnocená hladina akustického tlaku	3.4.2
Vyhodnocená míra zvukové izolace	3.4.3
Vzdušný zvuk	3.4.2

Z

Zadní stěny kuchyní	5.6.7
Zasklení chránič proti pádu	4.1.6
Zasklení chránič proti střelbě	4.3.3
Zasklení chránič proti střelbě	4.3.4
Zasklení nad hlavou	4.2.2
Zasklení odolná proti prohození	4.3.2, 4.3.2.1
Zasklení odolná proti prolomení	4.3.2, 4.3.2.2
Zasklení pochozí za účelem údržby	4.1.8
Zbytková nosnost	4.1.3
Zpracování hran	2.3.11.1
Zpracování skla laserem	5.6.9
Zvláštní bezpečnostní zasklení	4.3.1
Zvuk	3.4.2
Zvuk v pevném materiálu	3.4.2
Zvuková izolace	3.4.3
Zvukově izolační sklo	5.3
Zvukově technické ukazatele skla	3.4.5

Přehled výrobků**Kapitola**

Povlak DURACLEAR	5.10.4
home.living	5.8.1
LAMEX X-STRONG	5.7.6
outdoor.living	5.9.1
Polykarbonátová skla trisophon	5.4.4
SANCO ACS / ACSplus	5.1.4
SANCO Alarm	5.4.3
SANCO BIRDprotect / SILVERSTAR BIRDprotect	5.10.5
SANCO COLORPRINT CP / COLORPRINT CP	5.6.4
SANCO COLORPRINT HD / COLORPRINT HD	5.6.5
SANCO CONTROL	5.5.1
SANCO LAMEX COLORDSIGN / LAMEX COLORDSIGN	5.6.2
SANCO LAMEX COLORPRINT FP / LAMEX COLORPRINT FP	5.6.3
SANCO LAMEX transopac / LAMEX TRANSOPAC	5.10.2
SANCO Phon	5.3.1
SANCO PHOTON	5.6.9
SANCO Plus EN2 / SANCO SILVERSTAR EN2plus	5.1.1
SANCO Plus FREE VISION T / SANCO SILVERSTAR FREE VISION T	5.10.3
SANCO Plus TRIII E / SANCO SILVERSTAR TRIII E	5.1.3
SANCO Plus ZERO NG / SANCO SILVERSTAR ZERO NG	5.1.2
SANCO POINT / SWISSPOINT	5.7.4
SANCO PRINT	5.6.1
SANCO ROOF / SWISSROOF	5.7.5
SANCO Safe	5.4.1, 5.4.2
SANCO SCREENLIGHT / SCREENLIGHT	5.6.6
SANCO Sun COMBI / SANCO SILVERSTAR COMBI	5.2.2
SANCO Sun Night Vision / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP Night Vision	5.10.1.2
SANCO Sun T / SANCO SILVERSTAR SUNSTOP T	5.2.1
SANCO LUXAR / LUXAR	5.10.1.1
spa.living	5.8.3
style.living	5.8.2
SWISSANCHOR	5.7.3
SWISSCULINARIA	5.6.7
SWISSDIVIDE	5.7.9
SWISSPANEL SOLAR	5.6.8
SWISSRAILING two sided / two sided NG	5.7.7
SWISSSTEP	5.7.8
SWISSWALL	5.7.2

Zdroje a literatura

Arbeitsausschuss Glas (AGlas) – Pracovní výbor Sklo v DIN – Deutsches Institut für Normung e.V.

Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks (Spolkový svaz cechů sklářských řemesel),
Hadamar

Bundesverband Flachglas e.V. (Spolkový svaz plochého skla)

Euroglas GmbH

Glas Trösch AG, Bützberg

Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e.V. (Sdružení pro jakost vícevrstvého izolačního skla)

Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau, Hadamar
(Institut sklářských řemesel pro zasklívací techniku a výrobu oken)

Institut für Fenstertechnik e.V. Rosenheim (Institut pro okenní techniku)

Normenausschuss Materialprüfung - Normalizační výbor pro zkoušky materiálu
(NMP) v DIN – Deutsches Institut für Normung e.V.

Normenausschuss Bauwesen – Normalizační výbor stavebnictví (NABau) v DIN

Normenausschuss Kunststoffe – Normalizační výbor Plasty (FNK) v DIN

Technické informace od poradenství SANCO

Verband Fenster + Fassade (Sdružení pro okna a fasády)

Obrázky: SANCO, Glas Trösch, Euroglas, Pellini ScreenLine, fotolia, shutterstock, iStock

Vždy aktuální informace:
www.sanco.de



SKLO UMÍ VÍC!

