

TPPZ

TPPZ

kuchařka společnosti

I S O T H E R M

IZOLAČNÍ A BEZPEČNOSTNÍ SKLO

ASPEKTY NÁVRHU

BUDOUCNOST SE SKLEM...

I S O T H E R M

ÚVOD

ISOTHERM s.r.o., založeno v roce 1994

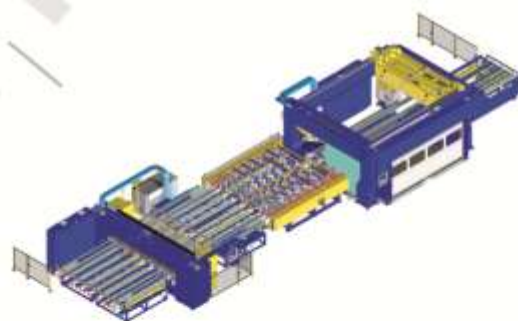
Firma zabývající se výrobou stavebního a nábytkového skla. Vlastní ověřené technologické postupy a používání nejmodernějších strojů a zařízení je zárukou vysoké kvality výsledného produktu. Se současnou výrobní kapacitou 120 tun zpracovaného skla denně, přesností, flexibilitou a širokým sortimentem nabízených služeb zaujímá firma ISOTHERM jedno z předních míst na trhu s izolačními a bezpečnostními skly. Portfolio zákazníků tvoří převážně české, rakouské, slovenské a německé firmy.

Výroba:

- izolační sklo (tepelně izolační, protihlukové, protisluneční, protipožární)
- bezpečnostní sklo (tepelné zpracování, laminace)

Opracování:

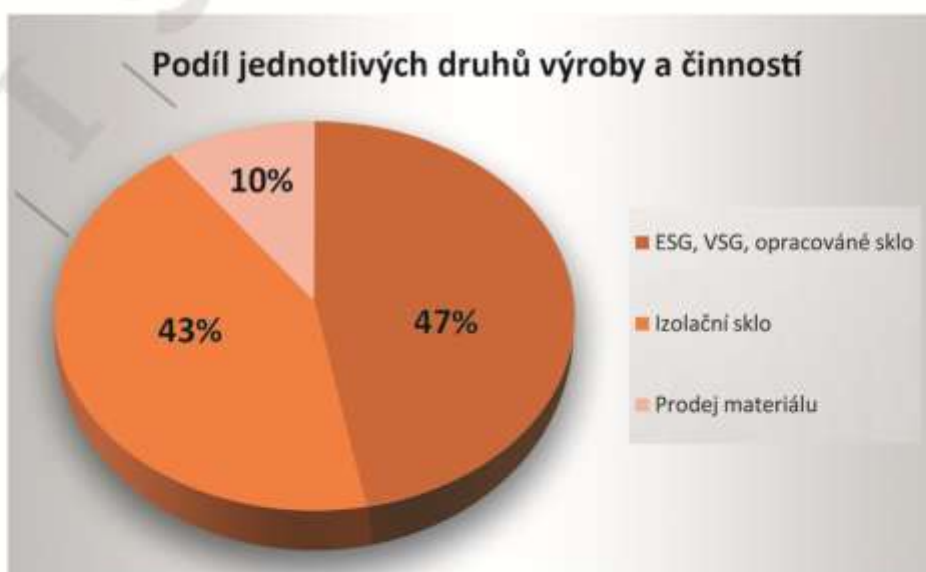
- tepelné zpracování skla (TVG, ESG + HST)
- laminace skla
- vodní paprsek (řezání, frézování)
- frézování (vrtání, zahlubování, výřezy, gravírování),
- opracování hran (TSH, broušení, leštění, fazetování)
- síťotisk, Roller Coating, pískování, hydrofobní nástřik



Předmět činnosti firmy ISOTHERM s.r.o. lze klasifikovat do následujících oddílů:

- výroba a prodej izolačního skla,
- výroba a prodej bezpečnostního a opracovaného skla,
- nákup tabulového skla a ostatních komponentů za účelem následného prodeje.

Podíl jednotlivých druhů výroby a činností na celkovém obrátu firmy je uveden na grafu 1.



Graf 1. Podíl jednotlivých druhů výroby a činností firmy (k roku 2014).

ASPEKTY NÁVRHU

Spolehlivost stavebních konstrukcí je závislá na provedení konstrukčních detailů. To platí i v případě stavebního skla. Nevhodně navržené či provedené konstrukční prvky mohou být příčinou vzniku viditelných vad, ztráty funkčnosti a může dojít až k poškození zasklení. Měly by se respektovat charakteristické vlastnosti skla a materiálů tvořících přidružené nebo nosné konstrukce. Zasklení by mělo být navrženo a namontováno tak, aby přeneslo veškeré zatížení, které nastane v průběhu jeho užívání = návrh s odpovídajícím stupněm spolehlivosti. Výběr skla a způsob jeho uložení musí být přizpůsoben funkčním požadavkům, které lze považovat za splněné, jestliže je sklo navrženo podle mezních stavů (MSÚ, MSP).

Návrh skleněných konstrukcí je založen z hlediska mezního stavu únosnosti na metodě dílčích součinitelů zatížení a na maximálním dovoleném napětí v tahu za ohybu stavebního skla. Při navrhování by se mělo uvažovat s poškozením skla a délkou trvání zatížení v průběhu životnosti konstrukce. Maximální tahové napětí je součtem napětí od mechanického a tepelného zatížení a zahrnuje vliv velikosti, kvalitu povrchu skla, délku trvání namáhání a klimatické podmínky okolí.

V mezním stavu použitelnosti se ověřuje průhyb skleněného prvku a posuny zasklení v konstrukci. Podepření by mělo být dostatečně poddajné, aby byla umožněna deformace tabule skla a nedocházelo tak ke vzniku přidavných napětí. V případě fasádního zasklení se doporučuje přísnější posudek dovolených deformací, aby se předešlo vzniku efektu izolačních skel, který se projevuje výraznými optickými vadami způsobenými deformacemi tabulí izolačních prvků.

Sklo odolává jak vlivu vlastní hmotnosti (platí pro šikmá a vodorovná skla), tak vnějším účinkům zatížení, které se mění podle aplikace zasklení – klimatické zatížení (např. vítr, sníh, změna klimatických podmínek), teplotní namáhání (např. sluneční záření, požár), nahodilá zatížení (např. doprava a manipulace, údery a nárazy, údržba) nebo zatížení vzniklá při montáži (např. zkřížený nosný rám, nevhodné uložení, nedodržení dilatačních spar) a podobně. Pro spolehlivý návrh by měly být pokryty pravděpodobné způsoby namáhání, jenž mohou sklo znehodnotit nebo poškodit. V případě pochybností je vhodné stát vždy na straně bezpečnosti a uvažovat méně příznivou variantu. Mezi důležité faktory ovlivňující návrh zasklení se řadí:

- **typ** skla (Float, TVG, ESG, ESG^{HST}, VSG),
- **funkce** skla (bezpečnost, izolace, protipožární ochrana atd.),
- **dimenze** skla (rozměr, tloušťka, hmotnost),
- **podepření** (liniové, bodové),
- **uložení** (např. typ nosné podložky),
- **úhel sklonu** zasklení (vodorovné, šikmé či svislé zasklení),
- **nosná konstrukce** (tuhost a stabilita konstrukce, přesné provedení),
- **vnější zatížení** (včetně klimatických podmínek, manipulace a údržby),
- **stavební výška**,
- **geografické umístění objektu** [m n. m.],
- **cena**,
- **čas** (creep, stárnutí materiálu).

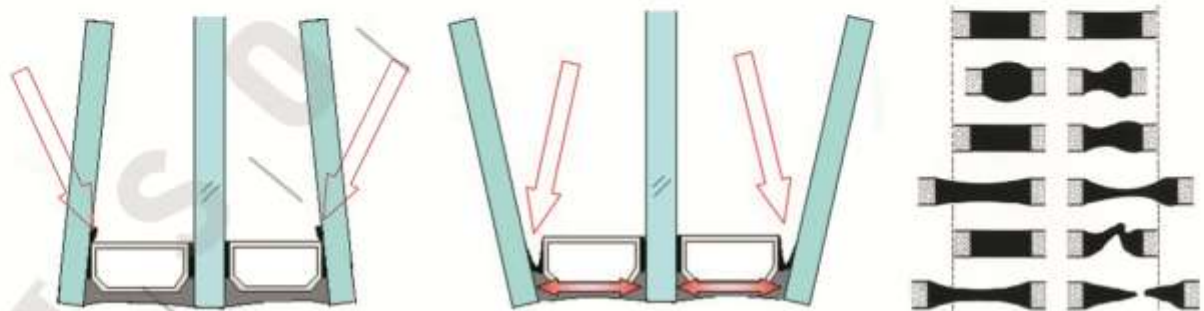
Detaily provedení jsou ovlivněny jak uvedenými faktory, tak návrhem celého objektu (např. dotvarování, sedání) a zeměpisnou polohou. Maximální průhyb tabule skla by neměl překročit 1/150 vzdálenosti podpor pro svislé zasklení a 1/200 vzdálenosti podpor pro vodorovné zasklení.

TPPZ

Pevnost skla je závislá jak na chemickém složení a struktuře skloviny, tak na počtu a velikosti přítomných prasklin a inkluzí. Vady jsou neméně důležitým faktorem snižujícím celkovou pevnost a únosnost. Sklo má vysokou pevnost v tlaku, jejíž hodnota se může pohybovat mezi 500 - 1500 MPa. Takové napětí odpovídá hmotnosti 5 - 15 t působících na 1 cm², avšak s prostým tlakovým namáháním se setkáváme zřídka. Každý průhyb skleněné desky je doprovázen kombinací tlaku a tahu. Pevnost v tahu je 10krát menší než pevnost v tlaku. Jelikož je stavební sklo ve většině případů porušeno právě tahovým namáháním, nesmí vnější zatížení způsobit překročení maximální hodnoty dovoleného tahového napětí.

Tepelně upravená skla (TVG, ESG) mají vyšší pevnost v tahu za ohybu než konvenční plavené sklo (Float), viz kapitola Tepelně upravené sklo. Houževnatost vrstveného skla (VSG) je závislá na typu použitých skel a mezivrstvy, která dává VSG požadované vlastnosti. Nejslabším místem na skle je jeho hrana. Kvalita jejího opracování má zásadní význam pro pevnost v tahu za ohybu (případně v prostém tahu). Čím je kvalita hrany horší, tím je sklo méně spolehlivé. Sklo je vystaveno riziku porušení od začátku jeho zpracování až do konečné fáze, kterou je montáž. Po montáži nastává další specifická etapa pro zasklení, která s sebou nese vysoce důležitá opatření. V průběhu etapy užívání je nutné se o konstrukce náležitě starat. Zanedbáním údržby se výrazně snižuje celková odolnost skla vůči vnějšímu zatížení a nárok na případnou reklamaci.

Při výrazné změně atmosférického tlaku vlivem změny klimatických podmínek dochází při nedostatečné tloušťce skla ve velkoformátových tabulích k výrazným průhybům. Společně s ostatními druhy zatížení jsou pak deformace takové, že dochází k porušení skla nebo přilnavosti v oblasti distančního rámečku (obr. 8). Porušení těsnícího materiálu vede k následnému úniku plynu a tedy k špatným tepelně izolačním vlastnostem. S ohledem na zatížení a vzájemné spolupůsobení by skla izolačních prvků měly mít dostatečnou a přibližně stejnou tloušťku.



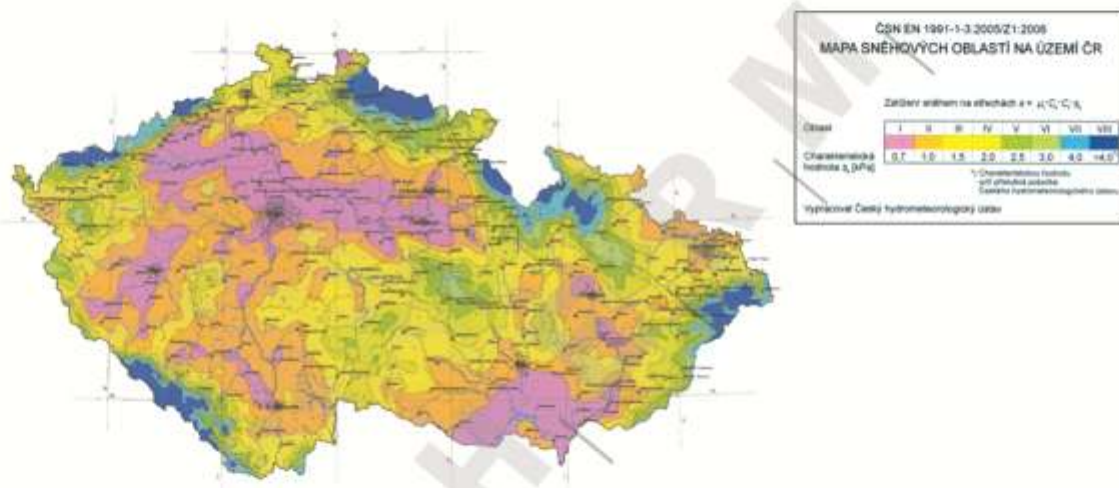
Obr. 1 Namáhání a deformace primárního tmelu vlivem průhybů jednotlivých tabulí.

ISO THERM

Pro zajištění přiměřené výše odolnosti by každé sklo mělo odolat minimálnímu nezačítelnému krátkodobému zatížení 0,5 kN/m² = 50 kg/m² (lze ovlivnit tloušťkou, rozměry a opracováním hran skla). Opracování hran obecně zvyšuje odolnost proti mechanickému a tepelnému namáhání. V případě skel v izolačních prvcích pomáhá technické srážení hran k použití 3mm skla. Prostřední skla izolačních trojskel bývají často špatně navržena a při následné manipulaci praskají, jejich tloušťka by měla být přizpůsobena formátům izolačního zasklení. Při aplikaci jakýchkoliv žaluzií je nutná tepelná úprava zastíněného skla a to kvůli lokální změně teploty (platí také u posuvného zasklení – okna, dveře).

Pro šikmé izolační zasklení s bodovým uchycením jsou vhodná vrstvená bezpečnostní skla TVG s PVB nebo tepelně upravená skla s mezivrstvou SentryGlas. Použití je odůvodněno nejlepšími výsledky požadované zbytkové únosnosti při rozbití a zároveň skla poskytují zvýšenou pevnost v oblasti vrtaných otvorů.

Zatížení sněhem (ČSN EN 1991-1-3) je uvažováno jako proměnné statické zatížení. Obrázek 2 a tabulka 1 znázorňují normové zatížení v jednotlivých sněhových oblastech na našem území pro normální typ krajiny (tzn. plochy, kde nedochází k výraznému přemístění sněhu větrem kvůli okolnímu terénu, jiným stavbám nebo stromům). Většina České republiky se nachází v oblasti I - IV, kde je charakteristická hodnota zatížení 0,7 až 2,0 kN/m² pro normální typ krajiny (obecné mezní hodnoty jsou 0,56 a 2,4 kN/m²). Doporučujeme, aby sklo navrhované ve sněhových oblastech ≥ III bylo konzultováno s výrobcem.



Obr. 2 Mapa sněhových oblastí na území ČR (ČSN EN 1991-1-3:2005/Z1:2006).

Přestože některé způsoby zatížení norma neuvažuje, jsou v případě použití skla velice důležité (např. dynamické rázy). Při návrhu by neměly být opomenuty následující situace:

- zatížení návějí,
- zatížení námrazou,
- zatížení celoročně ležícím sněhem (neplatí pro ČR),
- zatížení rázem - sklouznutí nebo pád sněhu z vyšší úrovně střechy
- zatížení větrem při změně tvaru nebo velikosti stavby vlivem sněhové nebo ledové vrstvy.

Tab. 1 Normové zatížení v jednotlivých sněhových oblastech (ČSN EN 1991-1-3/Z1).

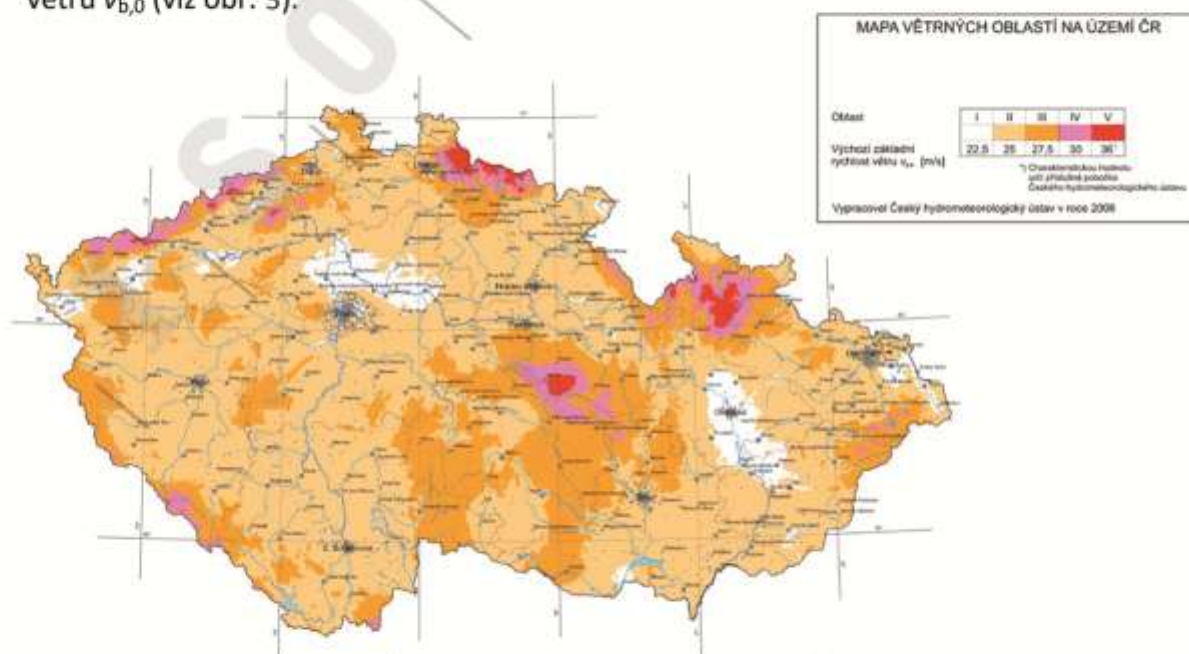
NORMOVÉ ZATÍŽENÍ SNĚHEM										
sněhová oblast		objemová hmotnost sněhu	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi [kN/m ²]			0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	Individuální určení
hmotnost sněhu na střeše určená z charakteristické hodnoty [kg/m ²]			70	100	150	200	250	300	400	Individuální určení
typ sněhu	ČERSTVÝ SNĚH [mm]	100 [kg·m ⁻³]	700	1000	1500	2000	2500	3000	4000	
	ULEHLÝ SNĚH (několik hodin nebo dnů po napadnutí) [mm]	200 [kg·m ⁻³]	350	500	750	1000	1250	1500	2000	
	STARÝ SNĚH (několik týdnů nebo měsíců po napadnutí) [mm]	300 [kg·m ⁻³]	230	330	600	670	830	1000	1330	
	MOKRÝ SNĚH [mm]	400 [kg·m ⁻³]	175	250	375	500	625	750	1000	

Zatížení větrem (ČSN EN 1991-1-4) je charakterizováno jako dynamicky proměnné zatížení. S ohledem na jeho charakter lze říci, že se jedná o nejrozšířenější klimatické zatížení. U štíhlých a vysokých konstrukcí narůstá vliv dynamické povahy, která se projevuje nebezpečným rezonančním kmitáním konstruačních částí nebo celých konstrukcí. Pro většinu běžných konstrukcí pozemních staveb s lehkými pláštěmi je z hlediska účinku větru nejrizikovějším místem přípoj prvků pláště vzájemně nebo do hlavní nosné konstrukce. Na obrázku 3 je znázorněna mapa větrných oblastí na území ČR s uvedenými hodnotami rychlosti větru $v_{b,0}$ [m/s]. Tabulka 21 uvádí hodnoty maximálního dynamického tlaku větru pro základní větrové oblasti a kategorie terénu.

Tab. 2 Normové zatížení v jednotlivých větrných oblastech (ČSN EN 1991-1-4)

DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU $q_p(z)$ [kN/m ²]					
větrová oblast	kategorie terénu				
	0	I	II	III	IV
I	0,827	0,712	0,570	0,423	0,390
II	1,021	0,879	0,703	0,522	0,482
III	1,236	1,063	0,851	0,632	0,583
IV	1,471	1,265	1,013	0,752	0,694
V	2,118	1,822	1,458	1,082	0,999

Česká republika je rozdělena do 5 větrných oblastí s různými základními rychlostmi větru $v_{b,0}$ (viz obr. 3).



Obr. 3 Mapa větrných oblastí na území ČR (ČSN EN 1991-1-4).

Doporučení pro bezpečnostní zasklení v obytných budovách

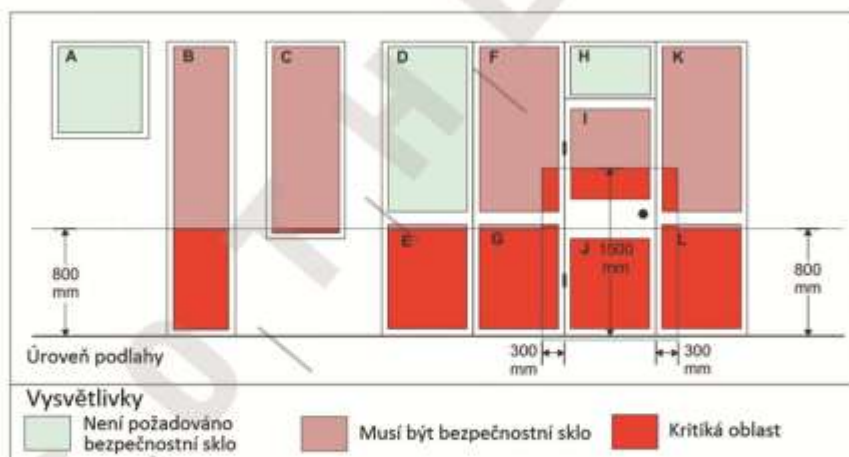
Níže uvedené informace pomáhají přesně specifikovat použití bezpečnostních skel vzhledem k bezpečnému užívání staveb a ochraně majetku. Přestože se jedná o britskou normu, která v České republice nemá zastoupení, je tento výtažek použit s ohledem na praktickou a účelnou stránku obsahu dokumentu.

Pravidla použití bezpečnostního svíslého zasklení v obytných budovách jsou doporučena na základě standardu BS 6262. Konvenční floatové sklo se samozřejmě za bezpečnostní sklo nepovažuje, protože v případě rozbití skla nesmí dojít ke vzniku velkých ostrých stěpů, které by mohly ohrozit zdraví nebo životy osob pohybujících se v blízkosti skleněné konstrukce. Jedná se o následující svíslé zasklení (také viz obr. 4):

Dveře - jakékoliv prosklené části dveří, které jsou od úrovně podlahy až do výšky 1500 mm, patří do kritické zóny.

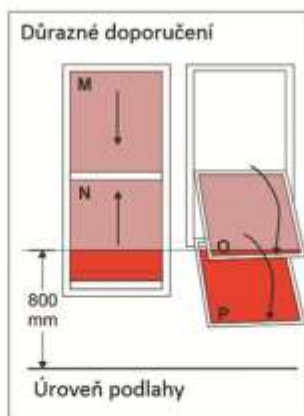
Skleněné tabule přilehlé dveřím - jakékoliv zasklení nebo část tohoto zasklení, které je ve vzdálenosti 300 mm od bočních hran dveří od podlahy do výšky 1500 mm, je součástí kritické zóny.

Okna, příčky a skleněné stěny - jakékoliv zasklení nebo část tohoto zasklení, které je mezi úrovní podlahy do výšky 800 mm, je v kritické zóně (to zahrnuje všechna skla, která lze posunout, naklonit nebo jakkoliv přesunout do kritické zóny, viz obr. 5).



Obr. 4 Kritické oblasti svíslého zasklení podle britské normy BS 6262.

Pouze skleněné jednotky označené písmeny A, D a H jsou mimo kritickou oblast a nemusí tak splňovat požadavky BS 6262. Ačkoliv by bylo opodstatněné použít u případů M, N, O, P floatové sklo, je s důrazem doporučeno aplikovat pro posunutí, pootočení, sklopení nebo přesunutí skla do kritické oblasti bezpečnostní sklo (obr. 5).



Obr. 5 Kritické oblasti svíslého zasklení podle britské normy BS 6262.

ODOLNOST SKLENĚNÝCH KONSTRUKCÍ

- **Odolnost proti zatížení** (stálé, proměnné, mimořádné; statické, dynamické; přímé, nepřímé),
- **odolnost proti náhlým změnám teploty,**
- **odolnost proti bočnímu nárazu vyvolaného lidským tělem – ochrana osob** (tab. 3),

Tab. 3 Základní rozdělení tříd bezpečnosti skla dle ČSN EN 12600.

TŘÍDY BEZPEČNOSTI – OCHRANA OSOB – ČSN EN 12600	
třída bezpečnosti	zkouška pádem zkušebního tělesa
3	splněny požadavky ČSN EN 12600 při výšce 190 mm
2	splněny požadavky ČSN EN 12600 při výšce 190 mm a 450 mm
1	splněny požadavky ČSN EN 12600 při výšce 190 mm, 450 mm a 1200 mm
třída bezpečnosti	podle charakteru lomu po nárazu zkušebního tělesa
A	vznik četných prasklin s ostrými hranami, některé mohou být velké
B	vznik četných prasklin, ale úlomky drží pohromadě a neoddělují se (skla vrstvená)
C	materiál se rozpadne na malé úlomky, které neohroží zdraví (skla tvrzená)

- **odolnost proti vloupání – ochrana majetku** (tab. 4),

Tab. 4 Kategorie odolnosti vrstvených skel dle ČSN EN 356.

KATEGORIE ODOLNOSTI VSG – OCHRANA MAJETKU – ČSN EN 356		
	kategorie odolnosti	zkouška
Ochrana proti prohození	P1A	pád zkušebního tělesa z výšky 1500 mm (3 údery zkuš. tělesem do trojúhelníku)
	P2A	pád zkušebního tělesa z výšky 3000 mm (3 údery zkuš. tělesem do trojúhelníku)
	P3A	pád zkušebního tělesa z výšky 6000 mm (3 údery zkuš. tělesem do trojúhelníku)
	P4A	pád zkušebního tělesa z výšky 9000 mm (3 údery zkuš. tělesem do trojúhelníku)
	P5A	pád zkušebního tělesa z výšky 9000 mm (3 krát 3 údery zkuš. tělesem do trojúhelníku)
Ochrana proti vniknutí	P6B	30 – 50 úderů kombinovaných zkušební sekyrou a kladivem
	P7B	51 – 70 úderů kombinovaných zkušební sekyrou a kladivem
	P8B	nad 70 úderů kombinovaných zkušební sekyrou a kladivem

- **odolnost proti průstřelu** (ČSN EN 1063),
 - BR1 až BR7 – proti kulovým zbraním různé razance a ráže,
 - SG1 až SG2 – proti střelám z brokových zbraní,
- **odolnost proti explozi** (ČSN EN 13541),
 - ER1 až ER4 – podle charakteru a intenzity tlakové vlny.

Níže uvedená tabulka je zaměřena na použití bezpečnostních skel, jejichž typ a složení závisí na účelu a funkci, kterou má navrhované zasklení plnit. Odpovídající klasifikace se váže ke kapitolám Tepelně upravené sklo a Vrstvené bezpečnostní sklo a k jednotlivým kapitolám související s požadovanou ochranou.

Tab. 5 Použití bezpečnostních skel na základě míry hrozícího rizika.

POUŽITÍ BEZPEČNOSTNÍCH SKEL		
	účel	odpovídající klasifikace
Ochrana osob ČSN EN 12600	<p>Prevence úrazů zabránění rizika pořezání a vážného zranění v důsledku kontaktu se sklem (ESG, VSG), viz tabulka 3 <i>Použití, příklad skladby skla:</i> dveře, okna, šikmé zasklení, sprchové kouty, autobusové zastávky aj.; 8 ESG, 3/0,38/3, 4/0,76/4</p>	1C3 – 1C1 2B2 – 1B1
	<p>Ochrana proti pádu zamezení propadnutí osob skrz zasklení, i v případě rozbití skla <i>Použití, příklad skladby skla:</i> balustrády, vnitřní příčky, fasádní zasklení aj.; 6/0,76/6</p>	1B1
Ochrana majetku ČSN EN 356 (podrobně, také kap. A)	<p>Základní úroveň ochrany ochrana proti vandalismu a vloupání (házení kamenů), viz tabulka 4 <i>Použití, minimální skladba skla:</i> obytné a administrativní budovy, výlohy obchodů, v městských zastavkách a v místech různých společenských událostí aj.; 3/0,76/3</p>	P1A – P2A
	<p>Střední úroveň ochrany méně závažné trestné činy <i>Použití, příklad skladby skla:</i> přízemí administrativních budov, samostatně stojící objekty; P3A: 4/1,14/4, 6/0,76/6/0,76/6; P4A: 3/1,52/3</p>	P3A – P4A
	<p>Zvýšená ochrana ochrana proti promyšleným útokům s omezeným časem s cílem odradit pachatele od vloupání se dovnitř objektu a odcizení předmětů. I když je sklo poničené, zůstává na svém místě a stále působí jako bariéra <i>Použití, příklad skladby skla:</i> rizikové objekty (osamělá obydlí, lékárny, obchody např. s elektronikou, parfémami, módní doplňky) aj.; 6/2,28/6</p>	PSA
Ochrana proti střelným zbraním ČSN EN 1063 (kap. E)	<p>Ochrana proti organizovanému zločinu opakovaný a promyšlený ručně vedený útok (větší škála zbraní). I když je sklo poničené, zůstává na místě a stále působí jako bariéra <i>Použití, příklad skladby skla:</i> zasklení výloh vysoce rizikových obchodů (klenotnictví, obchody s uměním a starožitnostmi), výstavní vitríny v muzeích, vězení aj.; 6/1,52/8/1,52/6</p>	P6B – P8B
	<p>Odolnost proti střelám ochrana proti různým typům střelných zbraní. Vhodné složení je závislé na hrozícím riziku, více informací je uvedeno v kompletním dokumentu <i>Použití, příklad skladby skla:</i> ochrana lidí ve finančních institucích, ambasádách nebo vozidlech určených pro převoz peněz aj.; 8/1,52/4/0,76/4/1,52/6</p>	BR1 – BR7 SG1 – SG2
Ochrana proti explozím ČSN EN 1063 (kap. E)	<p>Odolnost proti explozi ochrana proti výbuchu, působícím tlakovým vlnám a letícím předmětům. Vhodné složení je závislé na hrozícím riziku, více informací je uvedeno v kompletním dokumentu <i>Použití:</i> ochrana budov pro případ exploze - chemický nebo farmaceutický průmyslu, ambasády, banky aj.</p>	ER1 – ER4

KONTAKT

Vedení společnosti

Pavel Smolík Tel.: +420 380 347 122

Daniel Schmidinger Tel.: +420 380 347 146

Asistentka: Tel.: +420 380 347 134
Fax: +420 380 347 135

Ústředna Tel.: +420 380 311 209
Fax: +420 380 314 926

Pobočky prodejní sklad ISOTHERM s.r.o., České Budějovice, ČR
ISOTHERM Glas GmbH, Gramastetten, Rakousko

Kontakty na jednotlivá střediska jsou uvedeny na internetových stránkách.

E – mail:

info@isotherm.cz

objednavky-izo@isotherm.cz

objednavky-jednoduche-sklo@isotherm.cz

objednavky-ploche-sklo@isotherm.cz

Internetové stránky:

www.isotherm.cz

Adresa společnosti:

ISOTHERM s.r.o.

Linecká 646

382 41 Kaplice