

Využití bezpečnostních skel, fólií a polykarbonátů v praxi

Jiří Hornof

Bakalářská práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Institut řízení procesů a aplikované informatiky

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího bakalářské práce, ředitele ústavu a institutu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 25. 05. 2005

.....

podpis

RESUMÉ

Tato práce je zaměřena na dva úseky.

První neodborná část informuje všeobecně o technologii komerční bezpečnosti. Účelem této části je podat všeobecné informace pro manažera komerčního průmyslu, který pracuje na úseku technických služeb – mechanických zábranných systémů.

V **druhé** odborné části se práce striktně drží hlavního zadání využití bezpečnostních skel, fólií a polykarbonátů v praxi. Zde je v rámci možností využito znalostí a zkušeností firem, které tyto výrobky uvádějí na trh. Jsou zde použity vzorky, atesty, adresy, cenové nabídky, montážní postupy, ale především vyčerpávající technické údaje jednotlivých výrobků.

This work is specialized on two partitions.

First unprofessional part informs generally about technology commercial safeness. Purpose those parts is make clear to universal information for manager commercial industry, which plying section technical services – mechanical disincentive systems.

In **second** special parts work strictly holds of the main setting security glasses, films and polycarbonates utilisation in practise. Here's in terms of possibility used knowledge and experience firms, which these products show in on market. They are here used swatches, certificates, addresses, price lists, asembly progresses but above all full-range technical data single products.

OBSAH

ÚVOD	6
1 ZÁSADY PREVENTIVNÍ ČINNOSTI PŘI OCHRANĚ MAJETKU A OSOB.....	8
1.1 Objektová bezpečnost při použití mechanických zábranných systémů.....	9
1.1.1 Způsob navrhování mechanické ochrany.....	10
1.1.2 Mechanická ochrana s využitím skel, fólií a polykarbonátu.....	12
1.1.3 Zkoušení a certifikace MZS.....	15
2 OCHRANA MAJETKU A OSOB V PODMÍNKÁCH POJIŠTOVEN	17
2.1 Požadavky na zabezpečení	18
2.2 Mechanické zabezpečení – požadavky na techniku	19
3 NÁRODNÍ BEZPEČNOSTNÍ ÚŘAD – POŽADAVKY NA BEZPEČNOST	21
4 ODBORNÁ ČÁST.....	22
4.1 Komentář pro použití různých materiálů pro bezpečnost.....	22
4.2 Bezpečnostní a ochranná skla	28
4.2.1 Systémy Structura	28
4.2.2 Izolační sklo Thermobel s bezpečnostní charakteristikou	30
4.2.3 Tvrzené bezpečnostní sklo Restex	31
4.2.4 Tvrzené bezpečnostní sklo Kalsec	34
4.2.5 Vrstvené bezpečnostní sklo Stratobel.....	36
4.2.6 Vrstvené bezpečnostní sklo VBS.....	49
4.3 Ochranné a bezpečnostní fólie	57
4.3.1 Bezpečnostní fólie SMC – AX	57
4.3.2 Bezpečnostní fólie Bruxsafol.....	61
4.4 Polykarbonát	67
4.4.1 Bezpečnostní polykarbonátové desky Makrolon	67
4.4.2 Polykarbonátové desky Lexan	70
ZÁVĚR	81
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	83
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	85
SEZNAM OBRÁZKŮ	86
SEZNAM TABULEK.....	87
SEZNAM PŘÍLOH	88

ÚVOD

V době minulého desetiletí, kdy věda a technika činí další obrovský pokrok, můžeme říci skoky, jsou kladeny na celý výchovný systém, zejména na výchovu vědeckotechnických kádřů, velmi vysoké požadavky. Není to už jen matematika a fyzika, ale vědním oborem dnešní doby se stala i ochrana a bezpečnost. Nestačí jen různé typy mříží a plotů, které v minulé době celkem dostatečně chránily a zabezpečovaly osoby i majetek. Je nutné konstatovat, že jen spolehlivé a detailně pojaté znalosti v oboru ochrany a bezpečnosti umožňují inženýrům, technikům, projektantům i pracovníkům v oboru bezpečnosti s maximální přesností a odpovědností plnit požadavky na ně kladené. Ochrana a bezpečnost začala mít nezastupitelnou úlohu při řešení většiny technických projektů. Tento obor se stal rovněž výukovou nutností škol všech stupňů, taktéž i vědeckým oborem různých výzkumných institucí.

V současnosti představuje samotný výukový program vysokých škol, můžeme konstatovat – představuje součást všeobecného vzdělání. Posluchači odborných fakult, kteří si bezpečnost zvolili jako předmět studia získají dobré základní poznatky a vědomosti, které jim dávají předpoklad pro další pokračování ve studiu i v případné výzkumné činnosti.

Je samozřejmé, že nebylo možné do této práce zařadit všechny poznatky a informace, které se ochrany a bezpečnosti týkají. Nutně byly vyřazeny z dostupných výrobních programů firem reklamní prvky, jsou zde vypracovány vlastní komentáře, především v úvodu odborné práce. Tyto komentáře by měly vytvořit dobrou představu širokého spektra možností pro využití různých materiálů, většinou zahraničních, pro ochranu a bezpečnost osob a majetku.

I když je práce orientována na mechanické zábranné prostředky je třeba si uvědomit a první část práce upozorňuje, že je nutné pro dobrou ochranu a bezpečnost použít i další systémy.

První část práce, kapitoly 1 – 3, zohledňují směrnice, požadavky, nařízení i zákonné předpisy. Skladba jednotlivých článků upozorňuje i sleduje postup při různých požadavcích

na stupeň ochrany a zabezpečení. Je skutečností, že vypracování projektu, který musí zohlednit všechny tyto nároky je pro žadatele ekonomicky velmi náročné. Je nutné tento aspekt dobře zvažovat a hlavně účelně investovat, aby vynaložené prostředky na ochranu a bezpečnost splnily svůj účel. Proto je v první části řazen sled kapitol jako postup, který je nutné dodržet při zvažování, v jakém rozsahu prvky pro bezpečnost použít.

V druhé, odborné části je ve větším rozsahu využito výrobních programů a obchodních nabídek různých firem. Není v možnostech práce využít všechny výrobní programy, ale jsou publikovány hlavně ty firmy, které používají kvalitní, především importované materiály a mají pro tyto výrobky vystaveny certifikáty.

I tato odborná část je doplněna komentáři a krátkými doplňky, které usnadňují orientaci.

1 ZÁSADY PREVENTIVNÍ ČINNOSTI PŘI OCHRANĚ MAJETKU A OSOB

Informativní charakteristika

Preventivní činnost při ochraně majetku a osob patří k nejdůležitější činnosti v průmyslu komerční bezpečnosti.

Preventivní činnost má svůj význam jak při výkonu fyzické ochrany majetku, tak při použití technických prostředků a to ať mechanických nebo elektronických.

Optimální zpracování problematiky technické bezpečnosti

MZP – mechanické zábranné prostředky

EZS – elektronické zabezpečovací signalizace

EPS – elektronická požární signalizace

CCTV – uzavřené systémy dohledů a střežení průmyslové televize

ACCESS – docházkové a přístupové systémy

ORS – organizační režimové systémy

Zásady preventivní činnosti

- Dobře zhodnoťte zda chcete pracovat v bezpečí, aby se vaše zařízení, zboží, zásoby, stroje, přístroje a ostatní prostředky nestaly snadnou kořistí lupičů a přesně vymezte co chcete proti nim chránit.
- Základem každého zabezpečení objektu jsou mechanické zábrany, jako jsou bezpečnostní dveře, bezpečnostní zámky, fólie, skla apod.
- Zkušenosti ukazují, že kvalitní mechanický zábranný systém musí být doplněn elektrickou zabezpečovací signalizací, eventuálně CCTV k přesné dokumentaci pachatele na místě. Časté jsou nezbytné i systémy kontroly přístupu a systémy pro elektronickou ochranu, eventuálně i elektrické prvky požární ochrany.

- Každá elektronická zabezpečovací signalizace neobstojí pouze se signalizací lokální (sirena, maják), ale je třeba signál vyvést na pult centralizované ochrany objektů a to buď policie ČR, obecní policie, ale zejména soukromých bezpečnostních služeb.
- Systémy ochrany budujte v případě nedostatků financí postupně podle nejohroženějších míst. Začněte MZS přes EZS, ACCESS až po CCTV.
- Na komplexní systém nechte zpracovat kvalifikovaný projekt odborně způsobilou osobou a nechte si předložit nabídku od případného dodavatele.
- Veškeré instalace vyžadujte od autorizovaných firem, jen z certifikovaných prostředků schválených odbornými pracovišti, které respektují pojišťovny (CI ČAP).
- Při vyhodnocování nabídek berte v úvahu, že nejlevnější nemusí být nejlepší. Rozhodující je komplexnost nabídky, záruční a pozáruční servis. Nabídky konzultujte s pojišťovnou.
- Nezapomeňte se nechat řádně proškolit k obsluze instalovaného bezpečnostního zařízení.
- Při výstavbě nového objektu nebo zásadní rekonstrukce nechte zabezpečovací techniku již zakomponovat do zpracování základního projektu. Zásadně tím ušetříte. Dbejte na to, aby dodavatel zabezpečovací techniky byl z důvodů diskrétnosti a návazných servisních služeb a jejich operativnosti vaším přímým dodavatelem.

1.1 Objektová bezpečnost při použití mechanických zábranných systémů

MZS – mechanický zábranný systém

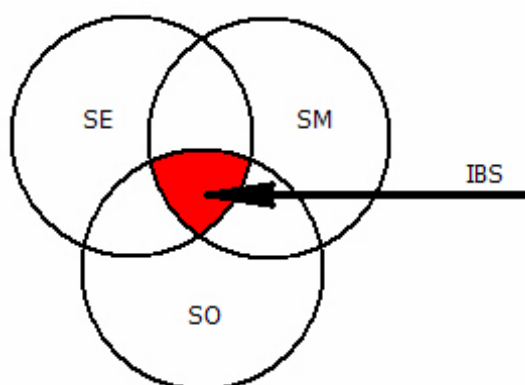
MZP – mechanický zábranný prostředek

IBS = {M, G} – integrovaný bezpečnostní systém

IBS je tvořen prvky:

- SM (mechanické systémy)
- SE (signalizační a monitorovací systémy)
- SO (organizační opatření a ostraha)

G je tvořen vazbami mezi prvky M a okolním systémem.



Obr. 1. Vytvoření prostoru integrovaného bezpečnostního systému

IBS jako celek má smysl a jeho účinnost lze hodnotit pozitivně v případě, když jeho reaktivnost (míra připravenosti reagovat) je taková, že pokryje časový interval potřebný k překonání překážky pachatelem.

1.1.1 Způsob navrhování mechanické ochrany

Obr. 2. Prvky objektové bezpečnosti

MZS dělíme na:

- obvodová ochrana (zabezpečení katastrální hranice)
- plášťová ochrana (zabezpečení vstupů, oken, ...)
- předmětová ochrana (zabezpečení prostor či úschovných míst vnitřní části objektu)

Postup navrhování mechanické ochrany**Zásadní prvek pro použití MZS:**

- stanovení bezpečnostních rizik
- identifikace
- analýza
- ocenění

dále bezpečnostní technická obhlídka podle zásad:

- situace (v objektu, v přilehlém okolí)
- praktické řešení
- technické řešení
- způsob provedení mechanické ochrany
- konfigurace materiálu

Všechny produkty, které chceme použít musí respektovat zákon o technických požadavcích na výrobky v ČR. Všechny použité prvky MZP musí mít certifikaci i certifikát shody.

- zkoušeny podle ČSN EN 45 001
- certifikace ČSN EN 45 011

dále zvažují:

- Správné stanovení a umístění MZP.
- Koordinace s ostatními prvky (EVS, EPS, CCTV, ...).
- Technické parametry ČAP P 2333 (pojistné třídy), ČSN P ENV 1627.

- Zákon 148/1998 Sb., o ochraně utajovaných skutečností (podle §50, odst. 2 musí být používány technické prostředky certifikované NBÚ nebo jím pověřeným orgánem např. CI ČAP). NBÚ vydává věstník certifikovaných bezpečnostních produktů.

1.1.2 Mechanická ochrana s využitím skel, fólií a polykarbonátu

Největším problémem pro bezpečnost jsou prosklené plochy objektů.

Ochranné fólie

- tloušťka 100 μm
- není vždy nutné lepit na vnitřní stranu skla
- nemusí být vlepeny až do rámců

Druhy ochranných fólií:

- ochranné před pořezáním při rozbití skla
- protisluneční (průnik UV omezují až o 80%)
- s matnou úpravou
- s poloprůhlednou úpravou (z jedné strany je vidět, z druhé ne)
- tepelně izolační
- se stínícím účinkem (zabraňují úniku elektromagnetického pole nesoucí informace např. z počítače, chrání zdraví osob kolem vysílačů)
- antisprejové (graffiti-gard, ochraňují venkovní plochy i celé budovy)

Bezpečnostní fólie

Ultra čistý polyester má tloušťku 150 – 400 μm .

Bezpečnostní fólie zamezují:

- zpomalují postup pachatele do objektu obdobně jako mříže
- zamezuje prohození cizích předmětů nebo zápalných látek a výbušnin

- chrání proti účinkům tlakové vlny při výbuchu
- zpomalují šíření požáru
- omezují průnik UV záření o 99%

Výhody bezpečnostní fólie:

- při střelbě nebo při úderu se objeví praskliny, ale sklo zůstane nalepené na fólii
- neodtrhávají se a nežloutnou
- bezpečnostní fólie je většinou čirá
- při kvalitním položení je téměř nepostřehnutelná
- odolná proti poškrábání

Musí být lepená do rámečků.

Pokud chceme sklo opatřit fólií musí mít tloušťku nejméně 3 - 6mm.

Lepení bezpečnostních a ochranných fólií

- fólie se lepí na vnitřní stranu skla a zpravidla musí zasahovat po okraj do tzv. polodrážky okenního křídla
- vlastní montáž začíná čištěním prosklených ploch ocelovou žiletkou nebo škrabkou
- očištěné sklo se lehce nastříká montážním roztokem
- uchopíme fólii a z lepu stáhneme vrchní ochrannou fólii a to za současného stříkání té lepicí vrstvy tím roztokem
- přiloží se na navlhčené sklo, usadí a ořízne do rámu tak, aby nedošlo k vypadnutí výlohy
- speciálními štěrky se vytlačí montážní roztok

Čím více na fólii tlačíme při montáži tím víc je sklo vytvrzené. Vytvrzení fólie trvá 14 dnů.

Nesmí se čistit žádnými chemickými roztoky.

Bezpečnostní skla

Chrání otvorové výplně proti násilnému vniknutí.

Vyrábí se:

- Bezpečnostní skla tvrzená
- Bezpečnostní skla vrstvená

Bezpečnostní skla tvrzená

Jsou vyráběna technologií, která zajišťuje v celé ploše skla trvalé pnutí. Vnitřní pnutí skla způsobí po překročení pevnostních mezí rozpad skla na drobné neostře kousky.

Vyrábějí se v tloušťkách od 3 do 12 mm v rozměrech od 30 do 360 cm.

Výhody:

- zvýšená mechanická pevnost (až 5x proti obyčejnému sklu)
- zvýšená tepelná odolnost (od -80°C do 200°C, při pozvolném přechodu teplot)
- odolnost proti tepelným změnám
- zvýšená odolnost proti nárazu (až 3x proti obyčejnému plochému sklu)
- bezpečnost při lomu (což vylučuje poranění hlubokými řeznými ranami)

Bezpečnostní skla vrstvená

Bezpečnostní skla vrstvená se používají tam, kde by mohlo dojít k nějakému útoku.

Vyrábí se plošným spojením dvou nebo více vrstev čirého, barevného nebo reflexního skla float s jednou nebo více vrstvami polyvinylbutyrátové fólie čiré, barevné nebo neprůhledné.

Vyznačuje se vysokou pevností, adhezí (přilnavostí) a elasticitou (pružností).

Lze je použít na vnitřních, skloněných i vodorovných plochách.

Poskytují:

- ochranu osob a předmětů před poškozením, proti krádeži a násilným útokům
- snižuje oslnění, odráží teplo, absorbuje zvuk, redukuje postup UV záření
- vyznačuje se stálostí proti oděru, korozi, atmosférickým vlivům
- ochranu osob proti poranění hlubokými řeznými ranami

Kombinací skel reflexních, barevných nebo čirých s barevnými fóliemi lze docílit řady funkcí a efektů.

Podle použití:

- pro stavební účely
- odolná proti proražení (antivandal systém)
- odolná proti násilnému vniknutí
- odolná proti prostřelení
- odolná proti výbuchu

Vrstvený polykarbonát

Skládá se z několika tabulí lexanu slepených k sobě (bez fólií). Krajní tabule mají vrstvu proti oděru.

Vlastnosti:

- vysoká odolnost při relativně malé tloušťce (3,3cm).
- nízká váha 39,5 kg/m²
- odolnost proti střelbě (44 magnum)
- odolnost proti butanovým hořákům
- vysoká průhlednost
- vysoká odolnost proti poškrábání
- teplotní rozsah použití od -100°C do + 120°C

Nevýhody:

- musí se čistit pouze mýdlem nebo doporučeným čisticím

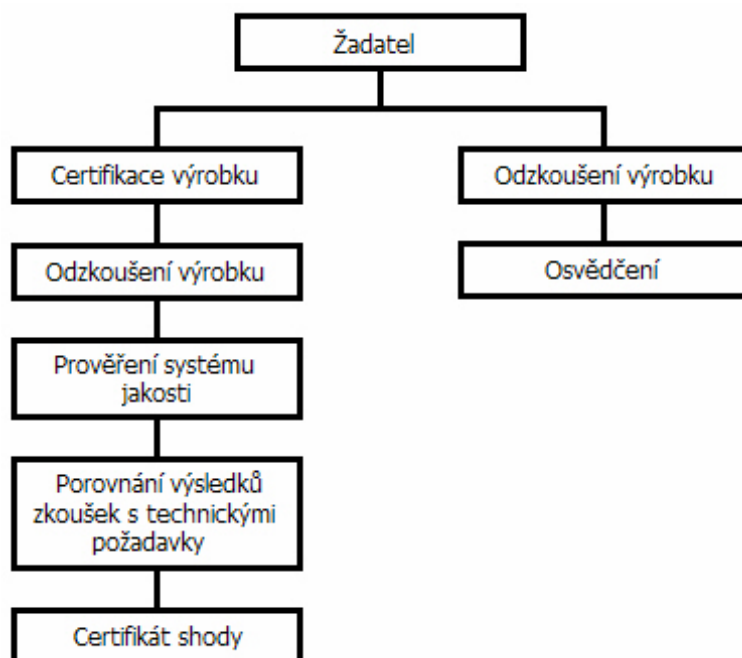
1.1.3 Zkoušení a certifikace MZS

Výrobek i systém musí splňovat souhrn vlastností a znaků, které mu dávají schopnost splnit požadavky pro které je určen, včetně jakosti výrobků dle normy ČSN ISO 8401, čl. 1

- funkčnost

- spolehlivost
- bezpečnost

Základní model certifikace



Obr. 3. Základní model certifikace

Certifikační systém je založen na 4. odlišných postupech, které dělají různé zkušebny. Základem postupů jsou moduly pro posuzování shody.

Certifikace výrobků je vyšší stupeň prokázání jeho shody s příslušnými normami nebo technickými specifikacemi než jeho pouhé odzkoušení.

Pokud je certifikace dle ČSN EN 45 011 a výrobek splňuje požadavky této normy – platí vystavený certifikát i v EU. Institut EU pro certifikaci CEFTA (30.6.1997)

2 OCHRANA MAJETKU A OSOB V PODMÍNKÁCH POJIŠTOVEN

Při sjednávání pojistné smlouvy je třeba z obou stran účastníků (pojišťovna – zákazník) respektovat veškeré požadavky pojišťoven, tzn. **pojistné podmínky**. V současné době jsou pojistné podmínky pojišťoven pro pojištění majetku podobné až shodné, zejména u pojišťovacích ústavů sdružených v České asociaci pojišťoven (ČAP) jako zájmovém sdružení soukromých komerčních pojišťoven. Při prodeji produktů podniku Průmyslu komerční bezpečnosti, je vždy nutné, aby každý obchodní manager znal konkrétní pojistné podmínky pro objekt, jak mechanickými zábrannými systémy nebo prostředky, či elektronickými zabezpečovacími systémy. Proto je nutné znát pojistné podmínky a především směrnice ČAP se vztahem k práci Průmyslu komerční bezpečnosti.

Certifikace firem

Certifikační institut ČAP (CI ČAP) v roce 2003 zařadil svou činnost v bezpečnostním průmyslu, mimo jiné, do **Systému kvality ČAP**. Tento systém je vytvořen podle doporučení Evropského výboru pojistitelů. Poskytuje klientům pojišťoven zabezpečovací techniku s ověřenou úrovní kvality i firmy tuto techniku monitorují.

Podle doporučení Evropského výboru pojistitelů mají mít registrované firmy certifikován systém řízení jakosti podle normy ISO 9001. CI ČAP získal v roce 2003 akreditaci na certifikaci firem. Postupně bude nutné, aby normu ISO 9001 splňovaly všechny firmy v registru.

Certifikát může být vydán jakýmkoli certifikačním orgánem akreditovaným Českým institutem pro akreditaci nebo národním akreditačním orgánem jiné evropské země.

Pyramida bezpečnosti

Pyramida bezpečnosti doplňuje nabídku prověřené bezpečnostní techniky o mechanické zábrany. Zde jsou zařazovány výrobky certifikované podle příslušných produktových norem, u kterých výrobce prokázal stálost výroby alespoň na úrovni normy ISO 9001.

V roce 2003 splnila Pyramida bezpečnosti kritéria Programu česká kvalita podporovaného vládou ČR a byla zařazena mezi nejvýznamnější značky kvality v naší republice.

2.1 Požadavky na zabezpečení

Pojistné třídy

ČAP vydala pro pojistné třídy svoji směrnici ČAP P 2333. Směrnice stanovuje 6 pojistných tříd k zabezpečení majetku. Pojistné třídy A, B, C, D, E a F přísluší určité riziko.

U každé jednotlivé pojistné třídy vyjmenovává jištěné objekty, které požaduje zajistit podle stanovených kritérií. Je nutno říci, že jde o předpis, který má charakter doporučení.

Opatření uvedená ve směrnici ČAP P 2333 vychází z těchto norem a předpisů:

- ČSN P ENV 1627 Okna, dveře, uzávěry – požadavky a klasifikace
- ČSN EN 50 131-1 Poplachové systémy – EZS část 1
- Všeobecné požadavky ČAP P 131-7 Poplachové systémy – EZS aplikační směrnice

Charakteristika jednotlivých tříd podle ČSN P ENV 1627 – MZS

Tabulka I. Charakteristika jednotlivých tříd podle ČSN P ENV 1627

Bezpečnostní třída	Předpokládaný způsob napadení
1	Příležitostný zloděj zkouší rozbít okno, dveře nebo uzávěr užitím fyzického násilí např. kopáním, narážením ramenem, zdviháním, vytrháváním
2	Příležitostný zloděj dále zkouší rozbít okno, dveře nebo uzávěr užitím jednoduchých nástrojů např. šroubováku, kleští, klínu
3	Zloděj zkouší zajistit přístup použitím dalšího šroubováku a páčidla
4	Zkušený zloděj dále používá pily, kladiva, sekery, sekáče a přenosné akumulátorové vrtačky
5	Zkušený zloděj dále používá elektrické nářadí např. vrtačku, přímočarou pilu, úhlovou brusku o průměru kotouče max. 125 mm
6	Zkušený zloděj dále používá výkonné elektrické nářadí např. vrtačku, přímočarou pilu a úhlovou brusku o průměru kotouče max. 230 mm

ČAP dále vyžaduje, aby veškeré komponenty používané v oblasti MZS byly řádně certifikovány, a to autorizovanými certifikačními institucemi. Rovněž montážní organizace musí mít certifikaci pro montování komponentů.

U firem průmyslu komerční bezpečnosti se mimo certifikace a dodržování podmínek a směrnic pojišťoven vyžaduje zavedení systému jakosti, zpravidla řady ISO 9000.

2.2 Mechanické zabezpečení – požadavky na techniku

Zde má pojišťovna na mysli komponenty MZS či prostředků. U mechanického zabezpečení preferují všechny pojišťovny sdružené v ČAP tzv. **Pyramidu bezpečnosti**.

Projekt Pyramida bezpečnosti Certifikačního institutu ČAP je určen pro výrobce a dodavatele kvalitních mechanických zábran pro pojišťovny a jejich klienty. Pyramida bezpečnosti je jednotící a komunikační prvek, který usnadňuje a zpřehledňuje identifikaci výrobků s ověřenou úrovní jakosti a je zaměřen výhradně na certifikované výrobky mechanických zábranných systémů.

Barevné označení, přiřazené konkrétnímu stupni, umožní zákazníkovi optimální výběr mechanických zábran. Značení výrobků podle Pyramidy bezpečnosti je v souladu s požadavky na zabezpečení majetku zveřejněnými Českou asociací pojišťoven ve směrnici pojistné třídy.

Stupeň Pyramidy bezpečnosti vychází z bezpečnostní třídy stanovené certifikátem. Základním předpokladem zařazení výrobku do systému Pyramidy bezpečnosti je jeho přezkoušení zkušební laboratoří a u certifikačního orgánu pak následná certifikace odolnosti výrobku proti násilnému vniknutí ve smyslu ČSN P ENV 1627. Výrobce musí prokázat, že je schopen dodávat výrobek na trh ve stálém provedení a kvalitě. Způsobilost výrobku i výrobce pro zařazení do projektu Pyramida bezpečnosti musí být osvědčena akreditovanými certifikačními orgány. Výrobek je poté označen číslem třídy bezpečnosti.

Pyramida bezpečnosti rozlišuje výrobky barevnou škálou na výrobky poskytující:

1. Základní ochranu – šedá barva
2. Dostatečnou ochranu – zelená barva
3. Vysokou ochranu – modrá barva
4. Velmi vysokou ochranu – červená barva



Obr. 4. Pyramida bezpečnosti

Požadavky na výrobky zařazené do Pyramidy bezpečnosti jsou také sjednoceny s požadavky pro certifikaci Národního bezpečnostního úřadu.

3 NÁRODNÍ BEZPEČNOSTNÍ ÚŘAD – POŽADAVKY NA BEZPEČNOST

Přijmutím zákona č. 148/1998 Sb., o ochraně utajovaných skutečností byl splněn jeden z bodů pro připojení ČR do struktur EU a NATO.

Zákonem byla problematika ochrany utajovaných skutečností (US) začleněna na nezávislý Národní bezpečnostní úřad (NBÚ).

Vláda ČR svým Nařízením č. 246/1998 Sb., stanovila seznamy US.

Utajované skutečnosti zařazuje zákon do čtyř stupňů utajení:

- Přísně tajné (PT)
- Tajné (T)
- Důvěrné (D)
- Vyhrazené (V)

Dále zákon v §53 určuje certifikaci. Tou se rozumí proces ověřování a schvalování způsobilosti technických prostředků používaných při ochraně utajovaných skutečností. Certifikací se zjišťuje shoda technických prostředků s bezpečnostními stupni. Certifikaci provádí NBÚ nebo jím pověřená organizace. Firmy, které získají potvrzení od NBÚ, musí mít dále i příslušný certifikát, který potvrzuje a schvaluje způsobilost technického prostředku pro použití k ochraně US, včetně stupně utajení, které vydá NBÚ pověřené certifikační pracoviště (vyhláška NBÚ č. 12/1999 Sb.).

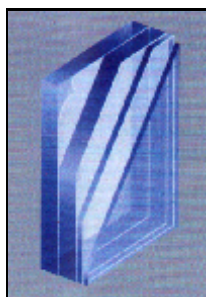
Vydání nových norem (2004) uplatňují princip vyššího čísla stupně zabezpečení či bezpečnostní třídy pro vyšší rizika.

4 ODBORNÁ ČÁST

4.1 Komentář pro použití různých materiálů pro bezpečnost

Klasickým a nejrozšířenějším materiálem do rámců oken jsou tabule taveného křemičitého skla, pro jehož výrobu je základní surovinou sklářský písek. Sklo vyniká tvrdostí, je ale bohužel také křehké. I když bezpečnostní tvrzená skla mají odolnost proti nárazu třikrát vyšší než obyčejné ploché sklo, pro další zvyšování odolnosti musí přistoupit na pomoc další materiály. Pokud stačí ochrana **zpomalující průnik pachatele a zamezující prohození cizích předmětů**, jako dlažební kostky či výbušné nálože, pak dobře poslouží i silnější okenní tabule s **bezpečnostní fólií**, nalepenou (většinou dodatečně) na vnitřní stranu tabule anebo v továrně vyrobené slabší bezpečnostní vrstvené sklo. U fólií to bude výrobek některé zahraniční značky. Základní surovinou pro výrobu bezpečnostní fólie je ultračistý polyester. Na jednu stranu bezpečnostní fólie je nanесena vrstva disperzního lepidla, krytá jinou, tenkou fólií, která se před montáží odstraňuje. Na rozdíl od skla je fólie ohebná, snadno se přeřízne nožem, je ale nesmírně pevná v tahu, jen tak se tedy nepřetrhne. Pokud do skla s bezpečnostní fólií uhodíme například sekerou, tvrdost skla nedovolí pronikání sekery „jako nože máslem“. Díky své křehkosti sklo popraská, fólie ho ale drží pohromadě. Okenní tabule se nepatrně prohýbá dovnitř, pro její prolomení by se však musela přetrhnout (v tahu) na její zadní straně přilepená fólie.

Nejefektivnější cestou pro dosažení ještě vyšší odolnosti není neustálé prosté zvyšování tloušťky jedné tabule skla a jedné fólie, ale **vrstvené sklo**, které se skládá ze dvou či více vrstev skla, kdy mezi sousedními vrstvami skla je vždy polyvinylbutyralová fólie.



Obr. 5. Neprůstřelné vrstvené sklo

Kinetická energie nárazu se tak lépe rozkládá do plochy. Při dostatečném počtu vrstev a jejich dostatečné tloušťce je pak takové **vrstvené sklo neprůstřelné** v odpovídající třídě balistické odolnosti. Nepříjemnou vlastností klasických neprůstřelných skel z křemičité taveniny je, že střelu odpovídající třídě odolnosti skla (skupiny SA) sice zadrží, ale osoby za sklem mohou být zraněny střepinami skla, které se uvolní ze zadní strany skla po nástřelu. Proto je nutné ve vzdálenosti zhruba 5 cm za hlavním sklem umístit ještě tabuli slabého vrstveného skla (stačí dvouvrstvé), které střepinky zadrží. Skla skupiny SF jsou sice bez odletu střepin, jsou však přibližně o dva centimetry tlustší, než odpovídající třída skupiny SA. Českým výrobcem bezpečnostních vrstvených skel, včetně neprůstřelných, je Glavunion Teplice, který je dodává pod firemním názvem Stratobel. Například nejslabší neprůstřelné sklo Stratobel třídy C1-SA je čtyřvrstvé, celkové tloušťky 21-23 mm a plošné hustoty 53 kgm^{-2} , nejsilnější, třídy C5-SA je sedmivrstvé.

Kromě skla se též používá **akrylát**, ale hlavně i moderní, lehký, velice houževnatý a dobře průhledný **polykarbonát**, pro jehož výrobu je základní surovinou ropa. Vyráběné monolitické tabule polykarbonátu **poskytují ochranu zpomalující průnik pachatele a zamezující prohození cizích předmětů**. Výrobci různých stavebních, přepážkových a automobilových oken či hledí přileb využívajících polykarbonáty je více. Většinou však používají polykarbonát Lexan, případně vrstvený Lexgard, což jsou firemní názvy výrobce General Electric Plastics. Lexan je zhruba stejně lehký, ale 30x pevnější než akrylát. Proti oděru je opatřen speciální ochrannou vrstvičkou „Margard“ (pak nese název Lexan Margard), chránícími před každodenními vlivy čištění, manipulace a počasí. Splením několika desek polykarbonátu můžeme získat **vrstvený polykarbonát**. Mezi jednotlivými vrstvami polykarbonátu, který je sám o sobě velice houževnatý, je pouze pojivo, není zde třeba žádné fólie. Tato vrstvená struktura opět lépe absorbuje energii nárazu a při určitých tloušťkách a počtu vrstev se již jedná o **neprůstřelný vrstvený polykarbonát** v některé třídě odolnosti.

Vrstvený polykarbonát od GE Plastics má firemní název Lexgard a skládá se z několika tabulí Lexanu. Krajní tabule mají proti oděru ochrannou vrstvu Margard. Lexgard má vysokou odolnost při relativně malé tloušťce a ještě menší plošné hustotě. Například čtyřvrstvý Lexgard RS 1250 má při tloušťce 33,4 mm a plošné hustotě $39,5 \text{ kgm}^{-2}$ odolnost proti revolverovému náboji 44 Magnum. Klasické vrstvené sklo přibližně odpovídající

třídy C3-SF má tloušťku přes 50 mm a plošnou hustotu 128 kgm^{-2} . Nutno poznamenat, že u polykarbonátů není již nutné na vnitřní straně další vrstvené sklo, které by zabránilo odletujícím střepinám poranit oči nebo obličej či další zvyšování tloušťky ze stejného důvodu. Z polykarbonátu totiž žádné střepinky neodletují. Navíc i při útoku střelnou zbraní zůstává jeho průhlednost vysoká, omezená pouze malinkými „bublinkami“ kolem dopadnuvších střel, které v něm uvízly. To umožňuje napadeným osobám neustálý přehled o situaci. I proti butanovým hořákům je odolnost těchto polykarbonátů slušná. Přes ochrannou povrchovou vrstvu se však Lexgard (či Lexan) musí čistit pouze mýdlem, izopropylalkoholem nebo doporučenými prostředky a ne například žiletkou či benzínem, acetonem, benzenem či tetrachlormethanem. Též z tohoto důvodu, ale především pro optimální dosažení balistické odolnosti proti vysoce průbojným nábojům (samopal vz. 58, puška M16) se používají různé **neprůstřelné kombinace polykarbonátů a skel**, když vnější vrstva je vždy sklo a vnitřní nejčastěji polykarbonát. Pokud jsou sklo a polykarbonát vrstveny přímo na sebe, dosáhne se tím sice menší celkové tloušťky, musí se ale dát pozor, aby počítaná napětí nepřekročila povolené meze. Proto mezivrstva pružnějšího pojiva mezi sklem a polykarbonátem je silnější a nejen zajišťuje strukturální integritu při balistickém nárazu, ale i umožňuje vyrovnávat rozdílné stupně roztlačnosti těchto dvou různých materiálů.

Další možností jsou oddělené konstrukce sklo - polykarbonát se vzduchovou mezerou. Jsou sice tlustší, avšak jejich velkou výhodou, zvláště u oken na úrovni ulice je to, že při drtivé většině poškození stačí vyměnit pouze vnější, většinou slabší a lacinější tabuli. Z tohoto hlediska je výhodná např. kombinace třívrstvého skla o celkové tloušťce 1,9 cm na venkovní straně, vzduchové mezery 0,64 cm a čtyřvrstvé polykarbonátové tabule (3. vrstva akrylátová, ostatní polykarbonátové) o tloušťce 2,49 cm na straně vnitřní. Celý systém má tloušťku zhruba 5,0 cm, plošnou hustotu těsně pod 80 kgm^{-2} a odolnost proti náboji 7,62 NATO (.308 Win). Volba kombinace nezáleží tedy jen na požadovaném stupni odolnosti, ale též na dalších požadavcích a cenových možnostech. Například velký americký dodavatel bezpečnostního zasklívání, firma Norshield (spadající pod Norment), používá klasická vrstvená skla, vrstvené polykarbonáty, kombinace vrstvených skel a vrstvených polykarbonátů se vzduchovou mezerou a i skla a polykarbonáty vrstvené přímo na sebe. Jako moderní, balisticky odolný materiál pro někdy rovná, ale nejčastěji zakřivená **neprůstřelná okna osobních automobilů** je uznávána vrstvená struktura

sklo/polykarbonát. Vnější vrstvené sklo poskytuje velkou životnost, co se týče poškrábání. Použitím polykarbonátu pro vnitřní vrstvu se zase docílí menší hmotnosti celého okna a nehrozí nebezpečí odletu skleněných střepinek z vnitřní strany okna. Vnější vzhled vozidla nebývá žádným způsobem změněn. Boční okna stupně odolnosti 3 dle UL často zůstávají i plně elektricky ovladatelná. Balistická ochrana stupně UL 3, poskytující ochranu proti většině krátkých ručních palných zbraní včetně nábojů. 44 Magnum - stále ještě příliš nezvyšuje hmotnost automobilu a je proto oblíbená například u hlídkových automobilů americké policie. Automobily pro přepravu významných osobností však využívají okna splňující většinou současně stupně odolnosti UL 4, UL 5 a NIJ III, což se už týká samopalů vz. 58, pušek M16 apod.

Především z lehkých materiálů se vyrábějí **neprůstřelná hledí na přilby**. Například hledí model 702M - Multi-Hit americké firmy Protech, Armored Products je tvořeno vnější vrstvou akrylátu, slepenou s vnitřní vrstvou polykarbonátu.

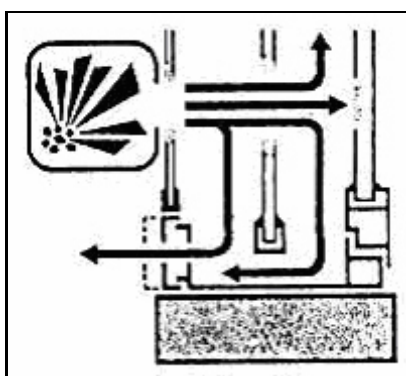


Obr. 6. Sklopné hledí model 702M

Hledí, mající úpravu proti oděru, má hmotnost málo přes 1,1 kg a odolnost i proti nábojům 9 mm L, 8,0 g, FMJ, 365 ms⁻¹. Hlavně z polykarbonátů se vyrábějí i **hledí přileb pyrotechnických obleků**, chránících před účinky explozí nástražných výbušných systémů. Proti kovovým střepinám letícím zvláště vysokou rychlostí, například blízko explodující „trubkové bomby“ je však zapotřebí, aby před polykarbonátovou částí byl opět tvrdší materiál. Vrstvené sklo - kromě dalšího nepříjemného nárůstu tloušťky hledí - by znamenalo nepřijatelný nárůst hmotnosti. Proto například kanadská firma Med-Eng Systems u svého pyrotechnického obleku EOD-7 dala přednost přídavnému ocelovému hledí o hmotnosti 0,65 kg. Uspořádání průzorových šterbin do hvězdičky umožňuje přitom

překvapivě dobrý výhled. Mezi polykarbonátovým a kovovým hledím je vzduchová mezera a kovové hledí tak značně zvyšuje i ochranu proti přetlaku.

Co se týče oken, tak si zákazník může vybrat nejen zasklení konstruované hlavně na ochranu před střelnými zbraněmi, které samozřejmě poskytuje vždy určitou ochranu i před pumovým útokem, ale i speciální **explozím odolná okna** odolávající i „poměrně větším“ náložím s plastickou trhavinou či trubkovým pumám umístěnými i přímo na skle okna. S tímto náročným úkolem se dobře vypořádává německá firma **Sälzer**.



Obr. 7. Princip systému Sälzer

Její explozím odolná okna se skládají ze dvou nebo i tří vrstvených skel, mezi nimiž jsou vzduchové mezery. Vnější sklo (či dvě vnější skla) je poměrně slabé, zato vnitřní, hlavní, je mnohvrstvé. Rám třítábulového okna má tloušťku 360 mm, součet tloušťek všech tří skel je ale „pouze“ 110 mm. Většinu tloušťky okna totiž představují vzduchové mezery, především ta první, vnější. Základním principem je neutralizace co největšího množství energie exploze a tím zásadního oslabení jejího působení na hlavní mnohvrstvé sklo. Lidé zabývající se o vojenskou techniku znají tento princip z pasivní přídavné vnější ochrany tanků, zvyšující jejich odolnost proti kumulativně-průbojně munici. U oken slouží jako pasivní vnější přídavná ochrana právě dvě vnější skla.



Obr. 8. Vnitřní strana okna Sälzer po výbuchu nálože umístěné v bezprostřední blízkosti. Lidé by zůstali nezraněni a okno stále poskytuje dostatečnou ochranu proti násilnému vniknutí



Obr. 9. Vnější strana okna po výbuchu. Po odhození krycích kovových elementů jsou dobře vidět obvodové expanzní průduchy

Dvě vzduchové mezery slouží jako kompenzační komory pro vyrovnávání tlaků. Aby plyny v komoře mohly expandovat ven, jsou ve vnější straně rámu průduchy zakryté elementy, které se vnitřním přetlakem snadno uvolní. Rámy musí být zároveň takové, aby okenní tabule z nich (nebo i s nimi) nevyletěly. I okna s vysokým stupněm odolnosti se dodávají v různých estetických designech přizpůsobených požadavkům zákazníka.

Nutno poznamenat, že ve všech případech by zasklení mělo být provedeno některou z odborných firem, do odpovídajícího rámu.

4.2 Bezpečnostní a ochranná skla

4.2.1 Systémy Structura

Structura je název skupiny produktů vyvinutých ve skupině Glaverbel. Jedná se o systémy strukturálního zasklení při použití různého typu skel a kování. Tyto systémy jsou bezpečnostním prvkem maximálního odlehčení konstrukce. V systému Structura je možné použít taková skla a kování, aby bylo dosaženo optimálních bezpečnostních a technických parametrů pro každý projekt.

Pro tento systém jsou použita skla Structaflex. Speciální technologie tvrzení zvyšuje mechanické odolnosti skel. Tento proces umožňuje přenesení zatížení větrem, sněhem i zatížení od změny teploty.

Klíčovou koncepcí systému Structura je bezpečnost a flexibilita (ohebnost).

Řada skel Structaflex:

- tvrzená monolitická skla
- tvrzená monolitická skla vrstvená s PVB fólií (polyvinylbutyral)
- izolační dvojskla s tvrzenými nebo (tvrzenými / vrstvenými skly)

Systémy Structura:

- Structura Vision
- Structura Duo
- Structura Duo R

Structura Vision

Je systém, který používá monolitická nebo vrstvená skla v jednoduchém provedení, vyniká svou schopností realizovat bezpečně zasklení extrémně velkými tabulemi skla, ačkoli jejich rozměr závisí na účincích vnějšího zatížení konstrukce.



Obr. 10. Structura Vision – Nákupní centrum a kanceláře – Schwerin, Německo

Structura Duo

Je řešení tam, kde je požadována vysoká úroveň tepelné izolace nebo solární regulace. Je použito izolační dvojsklo tvrzené. Získané certifikáty CSTB a Cekoal (záruka spolehlivosti a odolnosti proti pronikání vlhkosti).



Obr. 11. Structura Duo – Mediatéka – Vandoeuvre-lès-Nancy, Francie

Structura Duo R

Je zasklení z izolačních dvojskel, u něhož tlak vzduchu vně konstrukce je vždy stejný jako tlak uvnitř izolačního dvojskla. Pro zasklení možnost použití maximálního rozměru vyrobeného skla. Je určena pro vertikální aplikace.

Dodává firma:

Glaverbel Czech a.s.

Sklářská 450

416 74 Teplice

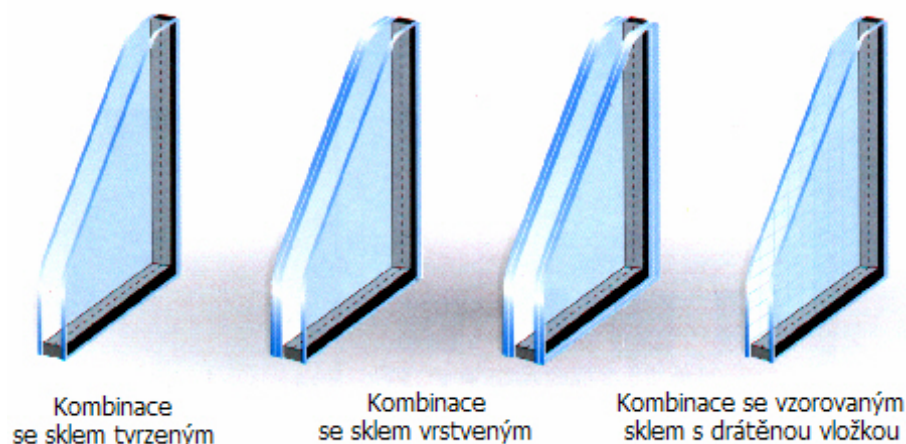
4.2.2 Izolační sklo Thermobel s bezpečnostní charakteristikou

Standardní izolační sklo může při rozbití způsobit i těžká zranění. Pro zasklení výplní dveří, skleněných stěn, pro nástropní zasklení apod. mají proto izolační skla Thermobel s bezpečnostní charakteristikou rozhodující význam. Vedle ochrany před zraněním také chrání před vloupáním a vandalismem.

Bezpečnostní zasklení zahrnuje izolační skla v kombinaci se sklem tvrzeným, vrstveným, vzorovaným sklem s drátěnou vložkou a protipožárním sklem. U tohoto typu musí být použito speciální zasklení do hloubky 34 mm.

1. Kombinace s tvrzeným sklem – tvrzené sklo je několikanásobně pevnější a odolnější proti tepelnému namáhání než běžné sklo stejné tloušťky. Při destrukci skla vznikají malé neostře úlomky.
2. Kombinace se sklem vrstveným – snižuje riziko poranění osob (úlomky skla ulpí na fólii), zvyšuje bezpečnost (ochrana proti vloupání, rozbití nebo prostřelení) snižuje riziko prostup hluku. Sortiment těchto izolačních skel se dále rozšiřuje o možnost jejich kombinace se skly neprůhlednými, probarvenými ve hmotě a reflexními skly, možno též použít barevné fólie u vrstvených skel.

3. Kombinace se vzorovaným sklem s drátěnou vložkou – integrita a stabilita skla zůstává rovněž zachována v případě působení ohně. Při požáru je zabráněno rozšiřování plamenů a zplodin hoření (požární odolnost).



Obr. 12. Izolační skla v kombinaci se sklem tvrzeným, vrstveným a vzorovaným s drátěnou vložkou

Poznámka:

Po dohodě s výrobcem je možno vyrobit také nepravidelné tvary.

Maximální výrobní rozměry izolačního skla:

- se sklem tvrzeným: 2300 x 4000 mm
- se sklem vrstveným: 3210 x 6000 mm
- se vzorovaným sklem s drátěnou vložkou: 2500 x 4500 mm

4.2.3 Tvrzené bezpečnostní sklo Restex

Bezpečnostní tvrzené sklo Restex se používá pro zajištění větší bezpečnosti než poskytují běžná plochá skla. Jedná se o sklo ploché, plavené, tvrzené, se zvýšenou pevností a odolností k náhlým změnám teplot. Při destrukci tabule dojde k jejímu rozpadu na malé, neostré úlomky, čímž je vyloučena možnost zranění. Sklo tvrzené nelze dodatečně upravovat řezáním, vrtáním apod.

Tabulka II. Typy, varianty

Typ		Tloušťka [mm]						
		3	4	5	6	8	10	12
sklo Float	čiré	•	•	•	•	•	•	•
sklo Planibel	bronzové	•	•	•	•	•	•	
	šedé	•	•	•	•	•	•	
	zelené		•	•	•	•		
sklo Stopsol Classic	čiré		•	•	•	•		
	bronzové		•	•	•	•		
	šedé		•	•	•	•		
	zelené		•	•	•	•		
	modré				•	•		
sklo Stopsol Supersilver	čiré			•	•	•		
	šedé			•	•	•		
	zelené				•	•		
	modré				•	•		
sklo lité Ornament	-		•	•	•	•	•	

Výhody:

- zvýšená mechanická pevnost (sklo vyhovuje předpisu EHK č.43)
- zvýšená tepelná odolnost (splňuje požadavek pr EN 12 150)
- bezpečnost při lomu (splňuje požadavek pr EN 12 150)
- regulace slunečního záření

Použití:

- obvodové pláště budov
- stěnové příčky
- výplně zábradlí
- celoskleněné dveře
- terasy, verandy, zimní zahrady
- sportovní zařízení (squashové stěny a pod.)
- nábytek ze skla
- sprchové kouty
- zasklení speciálních druhů vozidel (zemědělské, stavební stroje a pod.)

Tabulka III. Fyzikální a mechanické vlastnosti

Údaj	Jednotka	Hodnota
Měrná hmotnost	kg/m ³	2491,4
Plošná hmotnost na 1 mm tloušťky	kg/m ²	cca 2,5
Modul pružnosti v ohybu	MPa	66000 až 73500
Pevnost v tahu za ohybu	MPa	200
Nejvyšší dovolené napětí	MPa	50
Součinitel roztažnosti střední hodnota v rozmezí 20 až 300 °C	°K	85.10 ⁻⁷ až 90.10 ⁻⁷
Měrná tepelná vodivost	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	0,93
Tepelný odpor	m ² .K.W ⁻¹	5,34.10 ⁻³
Prostup světla (pro tloušťky skla 5 mm)	%	89
Index vzduchové neprůzvučnosti pro tloušťky skla 5 mm	dB	28
Odolnost proti kyselinám	třída	I. (kromě kyseliny fluorovodíkové)
Odolnost proti louhům	třída	I.
Odolnost proti vodě	třída	IV.

Schválení, certifikace, normy:

ČSN 70 1570, BS 6206, pr EN 12 150, DIN 52 337

Tabulka IV. Maximální a minimální rozměry při různé tloušťce skla

Tloušťka skla [mm]	Max. rozměry [mm]	Min. rozměry [mm]
3	1000 x 2000	200 x 300
4	1200 x 2400	200 x 300
5 až 12	2140 x 3660	200 x 300

Výrobce:

Glavostav a.s.

Sklárna čp. 33

418 25 Chudeřice u Bíliny

4.2.4 Tvrzené bezpečnostní sklo Kalsec

Tvrzené bezpečnostní sklo Kalsec (kalené bezpečnostní sklo) je vynikajícím prvkem pro bezpečné zasklívání. Dá se použít i v náročnějších architektonických návrzích při použití v horizontální, vertikální poloze nebo šikmého zasklení.

Kalsec se vyrábí v konvečně - radiální peci. Následným prudkým ochlazením dochází ve skle k trvalému rovnoměrnému pnutí. Toto pnutí má za následek, že při rozbití se sklo roztříští na drobné neostře částečky, které zabrání poranění osob.

Kalsec není možno dále zpracovávat kromě zrcadlení a vrstvení. Speciální skupina použití kalených skel představuje kalené skla s aplikovaným síťovaným nebo emailovým nátěrem.

- Technikou síťování se aplikují na povrch skla před samotným procesem kalení různé vzory obrazců, nápisů nebo kreslených tvarů, přičemž v procesu kalení se získá jejich vysoká odolnost vůči vlivům prostředí a mechanickému poškození při různých dotyků
- Technikou emailování se na povrch skla nanáší souvislá vrstva speciální barvy podle výběru, která po zakalení skla ztvdne a vytvoří různé souvislé mechanicky a povětrnostně odolné zabarvení kaleného skla, které je potom vhodné na zasklení nepřehledných otvorů a výplní

Vlastnosti:

- zvýšená odolnost proti prudkým změnám teplot
- použitelné v rozsahu hodnot od -80°C do $+200^{\circ}\text{C}$
- zvýšená odolnost proti otěru
- trojnásobná odolnost proti nárazu (úderu)
- pětinasobná zvýšená mechanická pevnost

Oblast použití:

Celoskleněné systémy dveří, sklenění příčky, fasádní skla, bezpečnostní izolační skla, dělicí stěny, nábytkové komponenty, interiérové doplňky, tabule pro basketbal, squashové

hřiště, bezpečnostní bariéry na sportoviště, okna a skla odolné proti nárazům balónu, hokejové hřiště, dopravní prostředky (auta, autobusy, tramvaje, stavební a zemědělské stroje), železniční vagóny a lokomotivy.

Typy:

- Kalsec pro všeobecné použití
- Kalsec EHK 43 s použitím pro dopravní prostředky
- Kalsec DIN 57 700 pro chladničky a mrazničky

Kalsec

Je ploché tvrzené bezpečnostní sklo vyráběné z čirého skla float, ze skla barveného ve hmotě (Parsol, Phanibel), ze skla s tvrdou pokovenou vrstvou (Antelio, Stopsol), ze skla s nízkou emisivitou (K glas) a nebo z ornamentového skla (Chinchila, Crepi).

Je určené pro stavební účely, nábytkový průmysl a všude tam, kde jsou jeho vlastnosti potřebné a vyžadované.

Vyrábí se v tloušťkách od 3,5 mm do 19 mm.

Kalsec EHK 43

Je ploché tvrzené bezpečnostní sklo float čiré nebo sklo barvené ve hmotě splňující požadavky světelné propustnosti, které je určené pro zasklení otvorů v různých dopravních prostředcích.

V dopravních prostředcích není možné jeho použití na čelní zasklení s výjimkou vozidel, kde konstrukční rychlost nepřesáhne 30 km/hod.

Vyrábí se v tloušťkách od 4 mm do 6 mm s největší plochou 2 m² a s nejmenším úhlem přilehlých stran 25°.

Homologace podle předpisu Evropské hospodářské komise EHK 43 v následující struktuře:

- E8 43 R - 00 2887 – tvrzené bezpečnostní sklo III. kategorie s propustností světla nad 70% platí pro skla s tloušťkou od 4,5 mm do 6,5 mm
- E8 43 R - 00 2989 – tvrzené bezpečnostní sklo II. kategorie s propustností světla nad 70% platí pro skla s tloušťkou od 3,5 mm do 4,5 mm
- E8 43 R - 00 3006 – tvrzené bezpečnostní sklo III. kategorie s propustností světla 0% až 70% platí pro kalené zrcadla a skla barvené ve hmotě
- E8 43 R - 00 3411 – tvrzené bezpečnostní sklo IV. kategorie platí pro skla s tloušťkou víc jak 6,5 mm

Homologace byla vydána Ministerstvem dopravy v České republice a je vykonána i podle předpisu American National Standard – ANSI Z26.1-1977

Kalsec DIN 57 700

Je ploché tvrzené bezpečnostní sklo float zkoušené podle německé normy DIN 57 700 část B na odolnost vůči bočním nárazům.

Je určené zejména pro zasklení dveří a bočních skleněných výplní chladících a mrazících zařízení.

Výrobce:

Sklo Expres Slovakia, s.r.o.

Na pántoch 8

831 09 Bratislava

4.2.5 Vrstvené bezpečnostní sklo Stratobel

Vrstvené sklo Stratobel je vynikajícím konstrukčním prvkem pro bezpečnostní zasklívání. Lze jej bez obav použít i v nenáročnějších architektonických návrzích, na svislých, skloněných i vodorovných plochách.

Vrstvené sklo se vyrábí plošným spojením dvou či více vrstev čirého, barevného nebo reflexního skla s jednou či více vrstvami polyvinylbutyralové fólie, čiré, barevné, transparentní nebo neprůhledné, vyznačující se vysokou pevností, adhezí a elasticitou.

Tabulka V. Výrobní možnosti

Údaj	Jednotka	Hodnota
Měrná hmotnost	kg/m ³	2491,4
Plošná hmotnost na 1 mm tloušťky	kg/m ²	cca 2,5
Modul pružnosti v ohybu	MPa	22750 až 42660
Pevnost v tahu za ohybu	MPa	25
Součinitel roztažnosti střední hodnota v rozmezí 20 až 300 °C	°C	85.10 ⁻⁷ až 90.10 ⁻⁷
Měrná tepelná vodivost	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	0,93
Tepelný odpor	m ² .K.W ⁻¹	5,34.10 ⁻³
Prostup světla (pro tloušťky skla 5 mm)	%	85 - 90
Index vzduchové neprůzvučnosti pro tloušťky skla 5 mm	dB	29 - 30
Odolnost proti kyselinám	třída	I. (kromě kyseliny fluorovodíkové)
Odolnost proti louhům	třída	I.
Odolnost proti vodě	třída	IV.

Výhody bezpečnostního zasklení sklem Stratobel:

- ochrana osob a předmětů před poškozením, krádežemi a násilnými útoky
- snižuje oslnění, odráží teplo, absorbuje zvuk, redukuje prostup UV záření
- vyznačuje se stálostí proti oděru, korozi a atmosférickým vlivům
- kombinací skel reflexních, barevných nebo čirých s barevnými fóliemi lze docílit řady funkcí a efektů, plnit i ty nejnáročnější požadavky architektů

Dojde-li k rozbití skla, ulpí střepy na fólii, čímž se sníží nebo úplně vyloučí zranění osob v důsledku náhodného rozbití, zločineckého nebo teroristického útoku.

Ochrana proti násilnému vniknutí:

Při vhodné skladbě je vrstvené sklo schopno klást odpor násilným a opakovaným nárazům ocelovou koulí, sekerou nebo kladivem dle normy EN 356, DIN 52290 - část 3, 4.

Je nutné si uvědomit, že vrstvené sklo představuje jen pasivní překážku, kterou je možné s vynaložením síly a času překonat. Překážka tohoto typu musí být proto chápána z hlediska časového zdržení útočníka, nikoliv jako absolutní, neproniknutelná bariéra.

Bezpečnostní úroveň výrobků byla ověřena Kriminalistickým ústavem v Praze a bylo vydáno osvědčení o bezpečnostní úrovni.

Tabulka VI. Odolnosti různých vrstvených skel

Zkušební norma	Kategorie odolnosti	Složení skla
EN 356	P1	66.1
EN 356	P1A	33.2
EN 356	P1A	55.1
EN 356	P2A	44.2
EN 356	P2	66.2
EN 356	P2A	55.2
EN 356	P2A	33.2
EN 356	P2A	33.111
EN 356	P3A	44.22
EN 356	P4A	444.22
EN 356	P4A	33.222
EN 356	P4A	44.22
EN 356	P6B	4444.222
EN 356	P7B	44444.2222
DIN 52290 - 4	A2	33.22
DIN 52290 - 4	A3	33.222
DIN 52290 - 3	B1	4444.222
DIN 52290 - 3	B2	44444.2222
DIN 52290 - 4	A1	44.2

66.1 – sklo 6 mm + 0,38 mm fólie + 6 mm skla

44.2 – sklo 4 mm + 0,76 mm fólie + 4 mm skla

Odolnost proti střelbě:

Vzniká složením většího počtu tabulí skel a polyvinylbutyralové fólie poskytuje vzniklý sendvič spolehlivou ochranu osobám tím, že zabrání průniku projektilu pro odpovídající kategorii zbraní.

Osoby však mohou být zraněny střepinami skla, které se uvolní ze zadní strany po nástřelu. Je proto nutné ve vzdálenosti cca 50 mm za neprůstřelným sklem mimo kategorii C2 SF, trvale fixovat další tabuli vrstveného skla (dvouvrstvé).

Zvětšováním tloušťky skla lze dosáhnout vysokého stupně odolnosti (tabulka VI a VII).

Tabulka VII. Odolnosti proti prostřelení

Kategorie odolnosti podle DIN 52290	Celková tloušťka [mm]	Tloušťka fólie [mm]	Hmot. [kg/m ²]	Maximální rozměr [mm]	Typ zbraně, ráže	Druh střely
C1-SA	21 - 23	0,76	53	2250x3210	9mm x 19 8 g	celoplášťová kulatá hlava, měkké jádro
C2-SA	26 - 28	0,76	66	2000x3210	Magnum 357 10,25 g	celoplášťová plochá hlava, měkké jádro
C2-SF	45 - 50	0,76	112	1000x1700	Magnum 357 10,25 g	celoplášťová plochá hlava, měkké jádro
C3-SA	31 - 33	0,76	76	1000x2000	Magnum 44 15,55 g	celoplášťová kuželová hlava, měkké jádro
C4-SA	57 - 61	0,76	141	1000x1000	7,62 x 39 mm 9,45 g	celoplášťová špičatá hlava, měkké jádro
Kategorie odolnosti podle GOST R 50744 - 95 / GOST R 51136 - 98						
Třída 3/V40	52 - 56	0,76	128	1000x1500	Kalašnikov AKM 7,62 x 39mm	celoplášťová, špičatá hlava, tvrdé jádro

SA - pro zabránění odletu střepin musí být z vnitřní strany ve vzdálenosti 50 mm umístěno vrstvené sklo

SF - není nutno dovýbavit dalším sklem pro zabránění odletu střepin

Tabulka VIII. Odolnosti proti prostřelení při lepeném skle Stratobel 33.1

Kategorie odolnosti ČSN 395360	Celková tloušťka [mm]	Tl. fólie [mm]	Hmot. [kg/m ²]	Vzduch. mezera [mm]	Max. rozměr [mm]	Typ zbraně, ráže	Druh střely
TBO - 2	21 - 23	0,76	53	12	2250x3210	9 mm Luger 8 g	celoplášťová kulatá hlava, měkké jádro
TBO - 3	26 - 28	0,76	66	12	2000x3000	Magnum 357 10,2 g	celoplášťová kulatá hlava, měkké jádro
TBO - 4	31 - 33	0,76	76	12	1000x2000	Magnum 44 15,6 g	celoplášťová kužel. hlava, měkké jádro
TBO - 4	38 - 40	0,76	94	12	1000x2000	Magnum 44 15,6 g	celoplášťová kužel. hlava, měkké jádro
TBO - 5 / CZ	52 - 55	0,76	128	12	1000x1500	Kalašnikov 7,62x39 mm	celoplášťová špičatá hlava, měkké jádro
TBO - 6 / CZ	46 - 50	0,76	115	12	1000x1700	223 Rem 3,95 g	Norma NATO 5,56

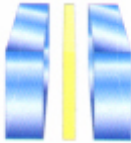
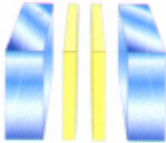
Oblast využití různých typů skel:

Rizika nenadálých přepadení či vandalských útoků si stále častěji vyžadují bezpečnostní opatření. Spolehlivost vrstveného skla rozšiřuje oblast využití.

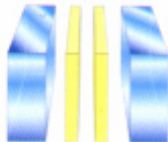
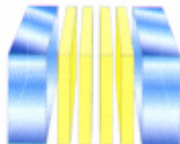
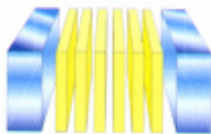
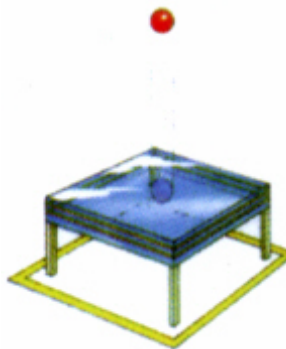
- zasklívání přepážek ve spořitelnách, bankách, poštách, směnárnách atd. s garantovanou odolností proti násilnému vniknutí a proti střelbě
- zasklívání suterénů, obchodů s exklusivním zbožím, bezpečnostní zasklení v teráriích, pavilónech šelem, akvárií a pro další speciální účely
- zasklívání oken, dveří, celoskleněné fasády, dělící příčky v interiéru, schodiště, zábradlí, podhledy a všude tam kde hrozí poranění ostrými střepy nebo vypadnutí

Doporučené řešení

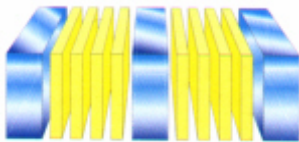
Tabulka IX. Doporučené řešení před nehodami

Před nehodami	
Ochrana před řeznými ranami a poraněním	Prevence proti řezným ranám a vážnému poranění, které jsou způsobeny kolizí se sklem nebo velmi ostrými střepinami. Když se Stratobel rozbije, sklo ulpí na PVB mezivrstvě, což zabrání vzniku ostrých vyčnívajících hrotů
Doporučená řešení	Složení: 2 tabule skla a nejméně 1 PVB mezivrstva 
Použití	Ideální pro dveře, okna, dveře sprchového koutu, veřejná poradenství, tělocvičny, plavecké haly, dílny, skleníky, střechy prosklených přístavků, školy
Ochrana před vypadnutím z okna	Při rozbití skla ochrání osoby před vypadnutím z okna
Doporučená řešení	Složení: 2 tabule skla a nejméně 2 PVB mezivrstvy 
Použití	Balkonové výplně, zábradlí, ozdobné výplně, balustrády, bytové mezistěny a přepážky
Normy a zkoušky Kyvadlová zkouška	Tento test simuluje náraz lidského těla do vrstveného skla. Záměrem je předejít zranění. Zkouška se provádí v následujících normách: DIN 52 337, BS 62 06, ČSN EN 81, ANSI 297.1, EN 12 600 

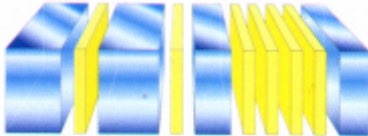
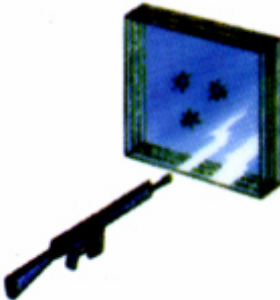
Tabulka X. Doporučené řešení před násilným vniknutím

Před násilným vniknutím	
Ochrana před vandalismem	Házení kamenů atd.
Doporučená řešení	Složení: 2 tabule skla a nejméně 2 PVB mezivrstvy 
Použití	Rodinné domy (přízemí), obchodní budovy, výlohy, veřejné budovy v městské oblasti blízko stadionů a mít konání hromadných akcí, vily (horní poschodí, střechy), byty
Ochrana proti drobným zločincům	
Doporučená řešení	Složení: 2 tabule skla a nejméně 4 PVB mezivrstvy 
Použití	Samostatně stojící domy a přízemní okna v obchodních budovách
Ochrana proti lupičům	Vrstvené sklo Stratobel může odolat útokům lupičů, jimž jde o čas. Stratobel svým charakterem brání vetřelcům a často je odradí od vloupání a vniknutí. I když sklo praskne, zůstane na původním místě a působí jako bariéra do doby, než je vyměněno
Doporučená řešení	Složení: 2 tabule skla a nejméně 6 PVB mezivrstev  Možno použít sklo + polykarbonát
Použití	Samostatně stojící domy ve velice rizikových oblastech, prázdninové příbytky, obchodní budovy např. lékárny, obchody prodávající hi-fi zařízení, videa, počítače, domácí spotřebiče, trafiky, módní butiky, obchody prodávající kožené zboží apod.
Normy a zkoušky Pádová zkouška	Tento test simuluje náraz tvrdého předmětu do vrstveného skla a určuje odolnost skla proti rozbití. Zkouška se provádí v následující normě: ČSN EN 356 

Tabulka XI. Doporučená řešení proti krádeží

Před krádeží	
Organizované krádeže	V případě opakovaných pokusů o vloupání za použití těžkých nástrojů působí Stratobel preventivně nebo zpomaluje vytvoření prostoru pro vniknutí. I když sklo praskne, drží pevně a dále působí jako bariéra až do doby, než je vyměněno.
Doporučená řešení	Vícevrstvá struktura: počet tabulí a PVB mezivrstev se určuje od případu k případu.  Je též možné zvážit řešení Rapid Safe (sklo + polykarbonát)
Použití	Tato sestava je vhodná pro vysoce rizikové výlohy, jako např. klenotnictví, obchod s uměním a starožitnostmi, ambasády, bezpečnostní sklo ve věznicích, okna v muzeích atd.
Normy a zkoušky Zkouška sekýrou	Tato zkouška určí počet identických úderů sekýrou potřebných k vytvoření otvoru o rozměrech 40 cm x 40 cm. Zkouška se provádí v následující normě: ČSN EN 356 

Tabulka XII. Doporučené řešení před střelami

Před střelami	
	Stratobel poskytuje ochranu proti ozbrojeným útočníkům
Doporučená řešení	Množství tabulí a PVB mezivrstev se mění od případu k případu.  Řešení Rapid Safe (sklo + polykarbonát) lze také zvolit.
Použití	Bankovní přepážky a okna, finanční instituce, poštovní úřady, směnárny a obrněné vozy
Normy a zkoušky Zkouška odolnosti proti střelám	Vrstvené sklo musí odolat určitému počtu střel z různých střelných zbraní a typů munice. Zkouška se provádí v následující normě: ČSN EN 10 63 

Tabulka XIII. Doporučené řešení před výbuchem

Před výbuchem	
	Stratobel poskytuje efektivní ochranu proti výbuchu. Stratobel chrání před řeznými ranami a poraněními způsobenými létajícími sklem.
Doporučená řešení	Konfigurace na základě žádosti.
Použití	Farmaceutický, chemický a petrochemický průmysl atd.
Normy a zkoušky Zkouška odolnosti proti výbuchovému tlaku	Vrstvené sklo je vystaveno rázové vlně, která vznikne při výbuchu nálože umístěné v tunelu. Sklo ulpí na mezivrstvě PVB. Zkouška se provádí v následující normě: EN 13 541 

Skladování, manipulace a montážní podmínky

Pro skladování platí ložné podmínky pro uskladnění plochého skla, tj. kryté, suché, větrané sklady s rovnoměrnou teplotou, bez výparů látek leptajících sklo a bez výparů jakýkoliv ktonických rozpouštědel. V případě, že obal během přepravy navlhne, je nutné vrstvená skla ihned vybalit. Přemísťování z prostředí chladnějšího do teplejšího musí být pozvolné, aby se zamezilo orosení.

Montážní podmínky

Platí pro všechny typy vrstvených skel, kromě neprůstřelných.

- Bezpečnostní vrstvené sklo Stratobel je určeno především k zabudování do rámců.
- Otvorová konstrukce musí být dimenzovaná tak, aby byla schopna nést zatížení sklem, aniž by se deformovala a tím docházelo k mechanickému namáhání skla.
- Při osazování skla do drážky otvorové konstrukce musí být zachovány požadované dilatační spáry a vůle, které jsou úměrné dilatacím konstrukce i skleněné výplně, výrobním tolerancím rámců a skel.
- Doporučuje se po obvodu skla ponechat vůli nejméně 3 mm pokud žádný rozměr skla nepřekročí 1500 mm. Pro větší rozměry se doporučuje 5 mm.
- Tvar a velikost drážky musí zaručovat volný pohyb, který u skleněné výplně nastává jednak při průhybech konstrukcí a jednak při objemových změnách způsobených zvýšenými rozdíly teplot (dilatacemi).
- Nepřipustit, aby se sklo dostalo do přímého styku s konstrukcí nebo bylo pevně sevřené mezi tvrdé, nepružné materiály.
- Zasklívací drážka musí být odvodněna a zabráněno tak trvalému namáhání hran vrstveného skla vlhkostí.
- Boční hrany skel nevystavovat čistícím prostředkům, rozpouštědlům nebo delšímu styku s vodou.
- Je přípustné zasklívat pouze taková skla, jejichž vnější vzhled je bez zjevných vad.

Doporučuje se zhotovit otvory průměru cca 8 mm nebo 5 x 20 mm vzdálené od dolních i horních rohů zasklívací drážky zhruba 100 mm, vyústěné vždy do exteriéru. Drážka musí

být prosta nerovnosti (přečnívající hlavy šroubů, nýtů, sváry apod.), aby nedošlo k poškození hran skel a případnému následnému lomu.

Definovaná pravidla musí být respektována, aby bylo dosaženo bezchybného a účinného zasklení, aby byly zachovány požadované funkční vlastnosti vrstvených skel.

Těsnící prvky, nosné, distanční a čelní podložky pro uložení skla v nosné konstrukci

Těsnící prvky

Zabraňují nežádoucímu přímému kontaktu skla s konstrukcí, musí umožnit skleněným tabulím volné pohyby vzniklé průhybem a nést určitá namáhání vyvolaná tlakovými silami.

Musí mít dobrou přilnavost ke všem materiálům, se kterými přijdou do styku, musí být trvale pružné a chemicky neutrální vůči fólii z polyvinylbutyralu. Viditelné části těsnění musí vzdorovat povětrnostním vlivům (dešti, mrazu, teple, ultrafialovému záření apod.).

Aby byla zajištěna dobrá adheze těsnícího materiálu, musí být drážka i zasklívací prvek úplně suchý, prostý prachu, mastnot apod.

Doporučuje se, aby se zasklívací práce s použitím tmelů prováděly vždy při teplotě vyšší než 5°C. Dále se doporučují technické pryže a trvale plastické tmely, které neobsahují rozpouštědla a nejsou na olejové bázi. Vhodné jsou polysulfidy, silikony, polybutyleny.

Nosné podložky

Zajišťují rovnoměrné podložení skla, přenášejí hmotnost skla na otvorovou konstrukci, vymezují vůli mezi sklem a konstrukcí. Nejvhodnějším materiálem je tvrdé dřevo nebo neopren tvrdosti 70 – 90 Sch. Šířka podložky musí být taková, aby na ní spočívala tabule skla celou svou tloušťkou. Délka a tloušťka podložky je závislá na tvrdosti použitého materiálu a hmotnosti skla. Pro běžná zasklení doporučujeme délku 70 – 100 mm, tloušťku 3 – 5 mm. Nosné podložky se umísťují podle způsobu otvírání okenního křídla tak, aby

byly ve vzdálenosti cca 1/4 délky strany od rohů u běžných zasklení u těžkých zasklení mezi 1/10 a 1/15 délky strany.

Rozměry zasklívací drážky v otvorové konstrukci

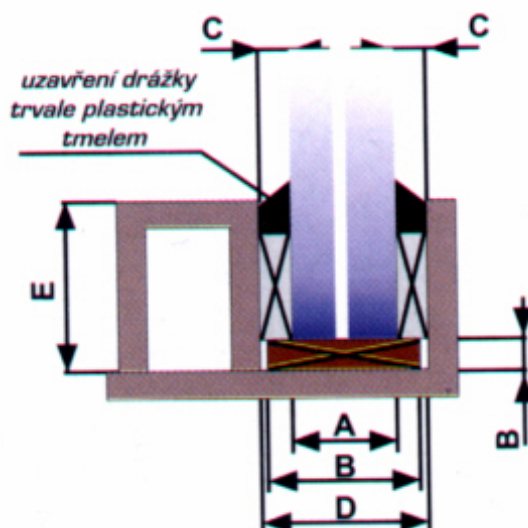
Drážky jsou charakterizovány výškou a šířkou. Rozměry se řídí tloušťkou skla, hmotností a předpokládanou zátěží.

Výška musí být dostatečná, aby poskytovala vhodnou opěrnou plochu a zároveň ponechala potřebnou vůli na dně drážky.

Pro zatížení do 1500 N/m² by neměla být výška drážky menší než 13 mm, přičemž zakrytí hrany skla nemá být menší než 10 mm. V případě většího zatížení, silnějšího, popř. teplo absorbujícího skla, je třeba hlubší drážky. Šířka drážky je odvislá od tloušťky skla a tloušťky čelních podložek. Výška těsnicí lišty nemá být menší než výška drážky.

Tabulka XIV. Rozměry pro zabudování vrstveného skla

Rozměry pro zabudování vrstveného skla		
A	tloušťka vrstveného skla	
B	nosné a distanční podložky	
	délka	70 – 100 mm
	šířka	6 – 7 mm
	tloušťka	4 – 5 mm
C	tloušťka těsnění	je závislá na tloušťce skla a tlaku větru, zpravidla 3 až 4 mm
D	šířka zasklívací drážky	tloušťka vrstveného skla + 2x tloušťka těsnění
E	výška (hloubka) zasklívací drážky	13 mm



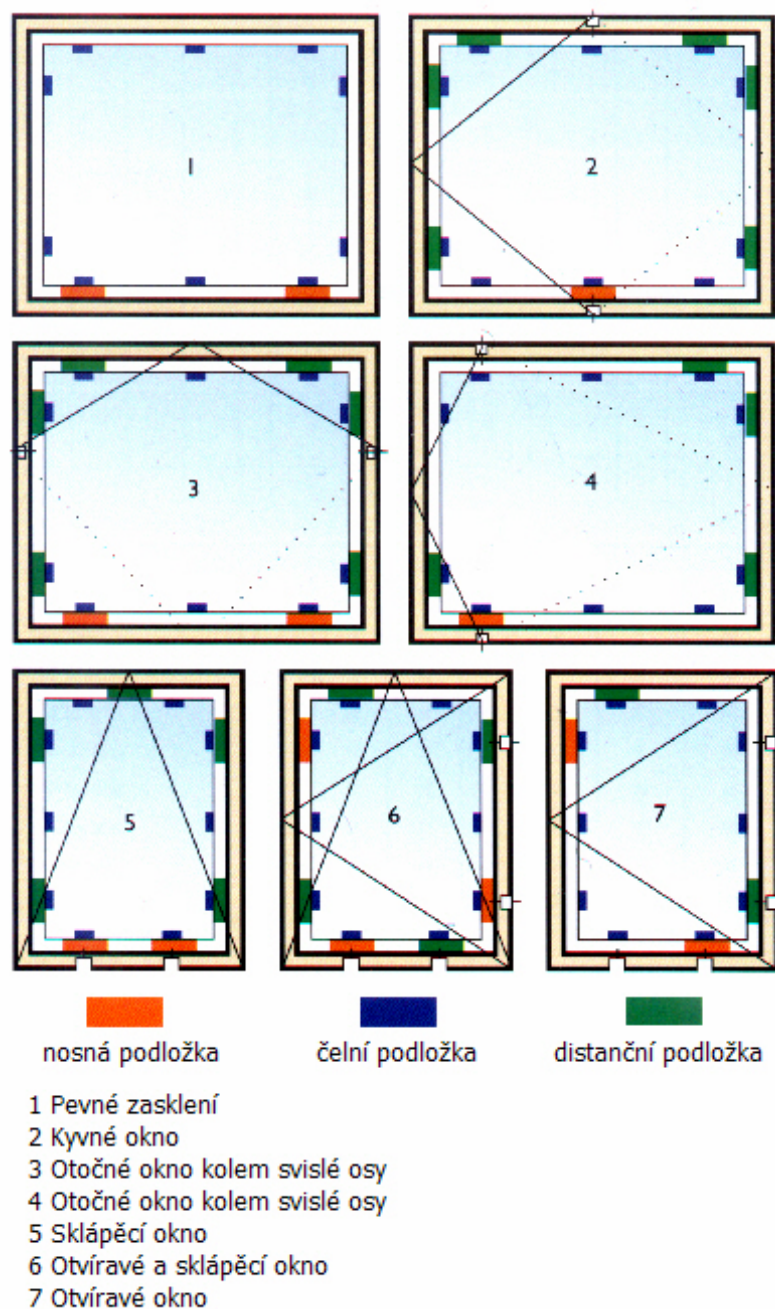
Obr. 13. Rozměry pro zabudování vrstveného skla

Distanční podložky

Zamezující posunu skel v zasklívací rovině, vymezující vůli mezi sklem a konstrukcí. Rozmístění se volí v závislosti na typu rámu. Nejvhodnějším materiálem je měkké dřevo nebo neopren tvrdosti 50 – 60 Sch umožňující sklu volný pohyb při objemových změnách způsobených zvýšenými rozdíly teplot.

Čelní podložky

Zajišťují měkké uložení a zároveň požadovanou vůli mezi sklem, drážkou a zasklívací lištou. Nejvhodnější je použití pryžových samolepících pásků. Pokud se používají podložky dřevěné nebo neoprénové, umísťují se vždy na oba povrchy skla proti sobě. Jejich rozmístění, tvrdosti a rozměry jsou závislé na tloušťce skla a tlaku větru.



Obr. 14. Rozmístění podložek

4.2.6 Vrstvené bezpečnostní sklo VBS

Je vynikajícím prvkem pro bezpečnostní zasklívání otvorů ve stavebních konstrukcích. Lze je použít v nejnáročnějších architektonických návrzích v horizontální, vertikální nebo šikmé poloze. Je vyrobeno plošným spojením dvou nebo více vrstvami polyvinylbutyralové fólie.

Při vhodném složení je vrstvené bezpečnostní sklo schopné klást odpor i při opakovaných násilných útocích (např. kladivem, sekerou, střelbou aj.). Je použitelné v rozsahu teplot od -30 °C do + 60°C.

Výroba vrstvených bezpečnostních skel je vyráběna podle normy:
EN ISO 12 543 - 1 až 6:1998

Typy:

- VBS V – bezpečnostní vrstvené skla pro všeobecné použití
- VBS ŠV – s použitím pro výtahy, dveře, šachty, kabiny aj.
- VBS PA – s ochranou proti hozeným předmětům
- VBS PB – s ochranou proti násilnému vniknutí
- VBS BR – s ochranou proti průstřelu z různých střelných zbraní
- VBS BR - S – s ochranou proti průstřelu s úletem střepin
- VBS BR - NS – s ochranou proti průstřelu bez úletu střepin

VBS V

Je určené pro všeobecné použití, je vhodné pro stavební účely a různé interiérové doplňky.

Vyrábí se dvojvrstvé a vícevrstvé s použitím čirých a barevných fólií různých tloušťek v kombinaci se sklem, čirým, barevným ve hmotě, tvrzeným a s pokovovanou vrstvou.

Výrobní rozměry:

Formáty v mm: 1600x2000, 2000x3210, 2250x3210 v základním složení 33.1, 33.2, 44.1, 44.2, 55.1, 55.2, 66,1, 66.2

Vysvětlivky:

66.1 - sklo 6 mm + 0,38 mm fólie + 6 mm skla

44.2 - sklo 4 mm + 0,76 mm fólie + 4 mm skla

VBS ŠV

Bezpečnostní sklo vrstvené a tvrzené vrstvené je vhodné pro použití na stěny a dveře výtahových šachet a kabin.

Tabulka XV. Výrobní rozměry skel

Druh skla	Minimální tloušťka skla [mm]	
	Průměr vepsané kružnice	
	Max. 1 m	Max. 2 m
Tvrzené vrstvené sklo	8 (Kal 4/Kal 4 – 0,76 mm)	10 (Kal 5/Kal 5 – 0,76 mm)
Vrstvené sklo	10 (5/5 – 0,76 mm)	12 (6/6 – 0,76 mm)

Tabulka XVI. Rovné skleněné díly stěn posuvných dveří

Druh skla	Minimální tloušťka skla [mm]	Šířka skla [mm] od - do	Maximální výška skla [mm]	Upevnění skleněných dílů
Tvrzené vrstvené sklo	16 8/8 – 0,76 mm	360 - 720	2100	Dvě strany (nahore a dole)
Vrstvené sklo	8/8 – 0,76 mm	300 - 720	2100	Tři strany (nahore, dole a strana)
	6/4 – 0,76 mm	300 - 870	2100	
	5/5 – 0,76 mm	300 - 870	2100	

V případě použití skel VBS ŠV musí montážní organizace doložit k dokumentaci doklad o montáži předepsaného skla na konkrétní výtah (šachtu).

Výtahové skla splňují normu STN EN 81-1,2.

VBS PA

Bezpečnostní sklo vrstvené odolné proti hozeným předmětům.

Je vyráběné v pěti třídách odolnosti podle EN 356 v tloušťkách od 6,5 mm do 11 mm.

Použití:

Je vhodné pro ochranu domů, bytů a některých výkladů.

Tabulka XVII. Kategorie odolnosti podle EN 356 (pádová zkouška)

Kategorie odolnosti	Pádová zkouška	Dopady	Třídy bezpečnosti podle ČSN P ENV 1627
P1A	Pád ocelové koule z výšky 1500 mm	3	
P2A	Pád ocelové koule z výšky 3000 mm	3	
P3A	Pád ocelové koule z výšky 6000 mm	3	
P4A	Pád ocelové koule z výšky 9000 mm	3	Třída bezpečnosti 2
P5A	Pád ocelové koule z výšky 9000 mm	3 x 3	Třída bezpečnosti 3

Tabulka XVIII. Typy skel VBS PA podle kategorií odolností

Kategorie odolnosti	Typ	Provedení	Tloušťka [mm]	Zvuková neprůzvučnost [dB]	Doporučená oblast použití
P1A	7 P1A 25 P1A	S IZO	7 25	Do 35	obytné, rodinné a společenské domy
P2A	9 P2A 27 P2A	S IZO	9 27	Do 35	obytné, rodinné a společenské domy
P3A	9,5 P3A 27,5 P3A	S IZO	9,5 27,5	Do 35	zřídka obývané domy na samotě
P4A	10 P4A 28 P4A	S IZO	10 28	Do 35	exkluzivní víkendové domy
P5A	11 P5A 30 P5A	S IZO	11 30	Do 35	exkluzivní víkendové domy

S – VBS samostatně

IZO – VBS v izolačním skle

VBS PB

Bezpečnostní vrstvené sklo VBS PB je odolné proti násilnému vniknutí za použití náradí např. kladivo, sekera apod. Je plnohodnotnou náhradou kovové mříže a neprůstřelného skla nižší kategorie střelných zbraní (BR1-S a BR2-S). Rozbití takového skla je časově a fyzicky velmi náročné pro potenciálního zloděje. Praxe ukázala, že potenciální zloděj se radši vzdá kořisti než by se měl k němu zdlouhavě prodírat.

Vyrábí se ve třech třídách odolnosti podle normy EN 356 v tloušťkách od 20 do 36 mm.

Použití:

VBS PB je vhodné na ochranu obchodů, exklusivních obytných domů, zlatnictví, velvyslanectví, finančních institucí apod.

Tabulka XIX. Kategorie odolnosti podle EN 356 (zkouška sekýrou)

Kategorie odolnosti	P6B	P7B	P8B
Zkouška sekýrou	Tato zkouška určí počet identických úderů sekýrou potřebných k vytvoření otvoru o rozměrech 40 cm x 40 cm		
Údery	30 – 50	51 – 70	víc než 70
Třídy bezpečnosti dle ČSN P ENV 1627	Třída bezpečnosti 4	Třída bezpečnosti 5	Třída bezpečnosti 6

Tabulka XX. Typy skel VBS PB podle tříd odolností

Třídy odolnosti	P6B	P7B	P8B
Typ	20 P6B 38 P6B	28 P7B 46 P7B	36 P8B 54 P8B
Provedení	S IZO	S IZO	S IZO
Tloušťka [mm]	20 38	28 46	36 54
Hmotnost [kg/m ²]	50 62	70 82	90 102
Zvuková neprůzvučnost RW [dB]	Do 38 Do 40	Do 38 Do 40	Do 39 Do 42
Doporučená oblast použití	Luxusně zařízené domy, výklady se zbožím	Antikvariáty, muzea, psychiatrické zařízení	Klenotnictví, energetické centrály, nápravné zařízení

S – VBS samostatně

IZO – VBS v izolačním skle

VBS BR

Je nejvhodnějším prvkem na spolehlivou ochranu lidí a majetku proti střelám z různých střelných zbraní.

Odolnost VBS BR je zkoušená podle normy EN 1063 a DIN 52 290-2. Neprůstřelné skla jsou v kategoriích odolnosti ve dvou skupinách:

- s úletem střepin
- bez úletu střepin

Tabulka XXI. Klasifikace podle norem EN 1063 a DIN 52 290-2

Kategorie odolnosti s úletem střepin podle EN 1063	Kategorie odolnosti bez úletu střepin podle EN 1063	Kategorie odolnosti s úletem střepin podle DIN 52 290-2	Kategorie odolnosti bez úletu střepin podle DIN 52 290-2
BR2-S	BR2-NS	C1-SA	C1-SF
BR3-S	BR3-NS	C2-SA	C2-SF
BR4-S	BR4-NS	C3-SA	C3-SF
BR6-S	BR6-NS	C4-SA	C4-SF
BR7-S	BR7-NS	C5-SA	C5-SF

Tabulka XXII. Popis kategorií odolnosti

Kategorie odolnosti	Zbraň	Kalibr	Střela			Způsob zkoušky	
			Druh	Váha [g ± 0,1]	EK [kJ]	Střelba ze vzdálenosti [m ± 0,5]	Rychlost střely [m/s ± 10]
BR1	Puška	22lr	KH	2,6	168	10	360
BR2	Pistole	9 mm Para	CpKH, MJ	8,0	640	5	400
BR3	Revolver	357 Magnum	CpŠH, MJ	10,2	943	5	430
BR4	Revolver	0, 44 Magnum	CpPH, MJ	15,6	1510	5	440
BR5	Puška	5,56x45	CpŠH	4,0	1805	10	950
BR6	Puška	7,62x51	CpŠH, MJ	9,5	3275	10	830
BR7	Puška	7,62x51	CpŠH, TJ	9,8	3295	10	820

Cp – celoplášťová

KH – kulatá hlava

ŠH – špičatá hlava

PH – plochá hlava

MJ – měkké jádro

TJ – tvrdé jádro

VBS BR - S

S ochranou proti průstřelu s úletem střepin. Zabezpečuje spolehlivou ochranu proti průniku projektilu střelných zbraní.

Vyrábí se v sedmi třídách odolnosti v tloušťkách od 15 mm do 50 mm.

Použití:

VBS BR - S je vhodné použít pro finanční instituce, nápravné zařízení, velvyslanectví, ve stavbách kde se osoby nezdržují v bezprostřední blízkosti vrstveného bezpečnostního skla VBS BR - S (cca. 50 cm), z důvodu možného poranění od úlomků skla ze zadní strany skla po střelbě.

Tabulka XXIII. Typy skel VBS BR - S podle kategorií odolnosti

Kategorie odolnosti	Typ	Provedení	Tloušťka [mm]	Hmotnost [kg/m ²]	Zvuková neprůzvučnost [dB]
BR1-S	15 BR1-S 25 BR1-S	S IZO	15 25	38 48	Do 39
BR2-S	20 BR2-S 34 BR2-S	S IZO	20 34	51 63	Do 39
BR3-S	26 BR3-S 40 BR3-S	S IZO	26 40	65 77	Do 40
BR4-S	32 BR4-S 48 BR4-S	S IZO	32 48	78 81	Do 40
BR6-S	47 BR6-S 65 BR6-S	S IZO	47 65	117 130	Do 42
BR7-S	50 BR7-S 70 BR7-S	S IZO	50 70	124 140	Do 42

S – VBS samostatně

IZO – VBS v izolačním skle

VBS BR - NS

Zabezpečuje spolehlivou ochranu vůči průniku projektilu střelných zbraní, přičemž nedochází k úletům skleněných střepin ze zadní strany po střelbě.

Určení bezúletové charakteristiky VBS BR - NS vychází z normy EN 1063, kde se za testovaný vzorek umístí hliníková fólie o tloušťce 0,05 mm. Fólie se umístí do vzdálenosti 45 cm od testovaného vzorku. Po vykonání střeleckých zkoušek, fólie nesmí být porušena (proděravěna) z úletu skleněných střepin.

Vyrábí se v přesných rozměrech podle potřeby odběratele.

Použití:

VBS BR - NS je vhodné použít v institucích, kde existuje možnost ohrožení osob střelnými zbraněmi: bankovní přepážky, poštovní pokladny, mobilní prostředky zaměřené na přepravu chráněných osob.

Tabulka XXIV. Typy skel VBS BR - NS podle kategorií odolnosti

Kategorie odolnosti	Typ	Provedení	Tloušťka [mm]	Hmotnost [kg/m ²]	Zvuková neprůzvučnost [dB]
BR2-NS	-	-	-	-	-
BR3-NS	34 BR3-NS 51 BR3-NS	S IZO	34 51	85 96	Do 41
BR4-NS	45 BR4-NS 61 BR4-NS	S IZO	45 40	112 123	Do 43
BR6-NS	-	-	-	-	-
BR7-NS	74 BR7-NS 89 BR7-NS	S IZO	74 89	185 196	Do 48

S – VBS samostatně

IZO – VBS v izolačním skle

Výrobce a dodavatel:

Sklo Expres Slovakia, s.r.o.

Galvaniho 14

821 04 Bratislava

4.3 Ochranné a bezpečnostní fólie

Jsou vyrobeny z několika vrstev ultračistého polyesteru s možným pokovením nebo dvojitou úpravou proti poškrábání. Tato úprava umožňuje stejný způsob údržby jako u běžného skla, kromě chemických přípravků, rozpouštědel a tvrdých ostrých předmětů. Nelze je použít na polykarbonáty, lexany. Jejich praktický význam je především použití v kombinaci se sklem.

4.3.1 Bezpečnostní fólie SMC – AX

Je čirá fólie o síle 0,3 mm, vyrobená z několika vrstev polyesteru s dvojitou povrchovou ochranou proti poškrábání. UV filtr zachytí 99% škodlivého UV záření. Šíře fólie 1,524 m nebo speciálně 1,83 m. Skla opatřená touto fólií se myjí zcela běžným způsobem při použití šampónů, vody, gumových stěrek apod. Nelze používat ředidla, rozpouštědla, agresivní chemické látky, ostré a tvrdé předměty jako šroubováky, čistící písek apod.

Použití:

- pro skleněné plochy a okna objektů, kde hrozí nebezpečí loupeže, či jiné možnosti napadení skleněné plochy
- vhodná ochrana před přírodními pohromami (krupobití, vichřice apod.) zvláště pro střešní okna (nebezpečí zranění a pořezání obyvatelů, vyplavení a zničení interiéru)
- před výbuchy a požáry zvenčí (zápalná láhev apod.)

Příklady použití:

Skla a okna obchodů, rodinných domů, úřadů, bank, počítačových sálů, výrobních hal, bytů (balkonů), střešní okna a všude tam, kde je požadován atest na zajištění odolnosti prosklení vůči proražení

Výhody:

- vysoce odolná proti napadení a proražení, odolává proti výbuchu a střelbě
- lze aplikovat kdykoli dodatečně na stávající skleněné plochy
- nevzbuzuje pozornost
- UV filtr ochraňuje interiér a osoby před škodlivým UV zářením
- Fólie chrání proti zranění rozbitým sklem



Obr. 15. Fólie chrání proti zranění rozbitým sklem

Nevýhody:

- nelze aplikovat pro skla menší tloušťky než 3 mm
- nelze aplikovat na různá umělá skla (polykarbonáty, plexiskla, lexany apod.)

Osvědčení:

Protokol o zkoušce odolnosti proti proražení podle EN 356 v kategorii **P2** pro sklo silné minimálně 3 mm a kategorii **P4** pro sklo silné 6 mm s oboustrannou aplikací bezpečnostní fólie SMC – AX. Na základě tohoto protokolu vystaveno prohlášení o shodě.

Schválení státního zdravotního ústavu pro zdravotní nezávadnost a použití v interiérech.

Způsob instalace:

P2 na vnitřní stranu skla (z interiéru) pro tloušťku skla 3 a více mm.

P4 oboustranně pro tloušťku skla 6mm.

Popis zkoušky bezpečnosti podle DIN – EN 356 E

Na sklo o rozměru 800 x 900 mm opatřené fólií se spustí ocelová koule o průměru 10 cm a o hmotnosti 4,1 kg, a to doprostřed do tří bodů rovnostranného trojúhelníku o straně 14 cm. Jedná se tedy o tři úderů uvedenou koulí, pokaždé do jednoho z bodů.

Stupeň P1A mechanické odolnosti znamená, že koule se vrhá kolmo na sklo z výše 1,5 m.

Stupeň P2A představuje pád ocelové koule z výšky 3 m.

Stupeň P3A představuje pád ocelové koule z výšky 6 m.

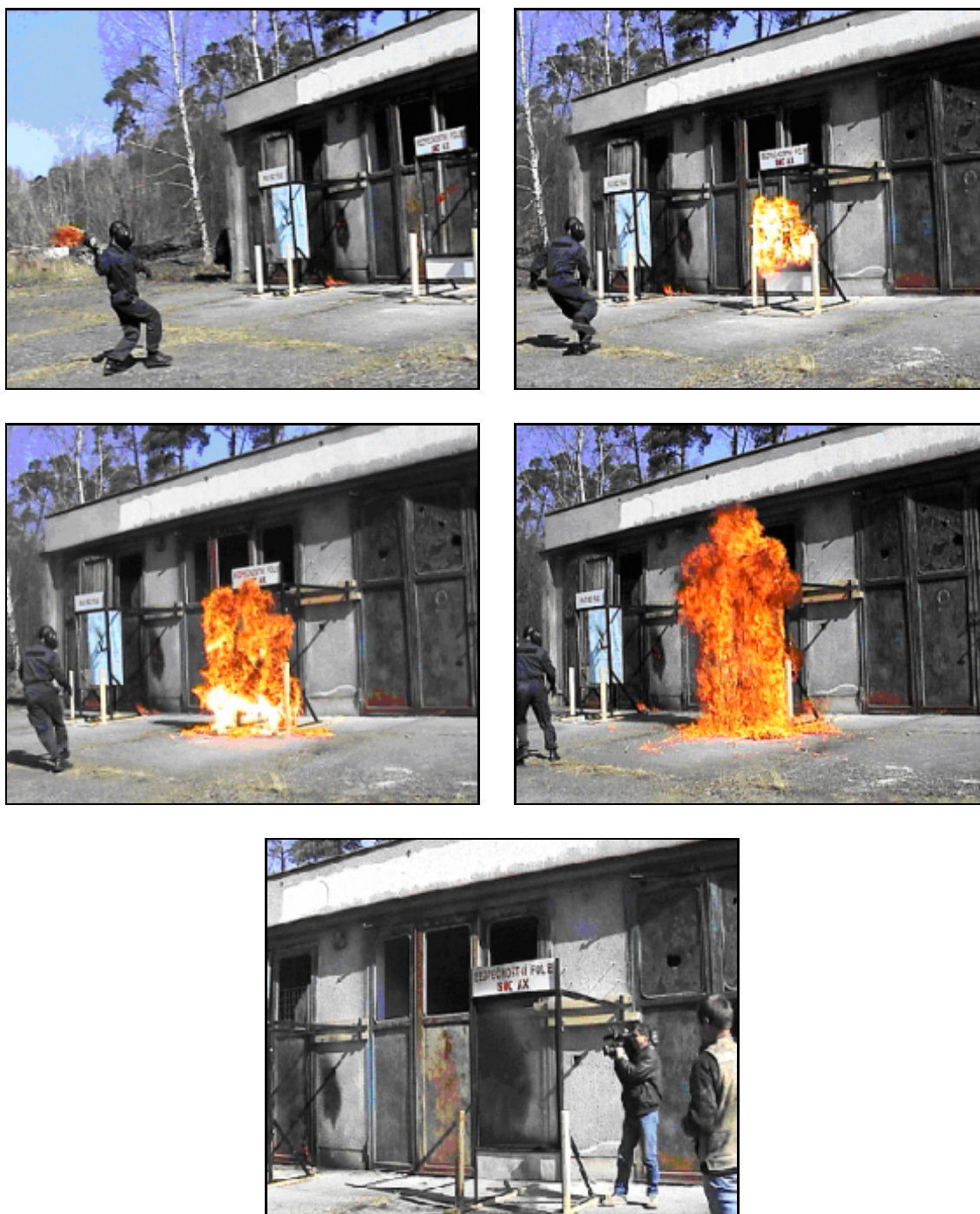
Stupeň P4A představuje pád ocelové koule z výšky 9 m.

Ani při jednom pokusu napadení nesmí koule propadnout sklem opatřeným fólií. Zkouška se provádí 3x.



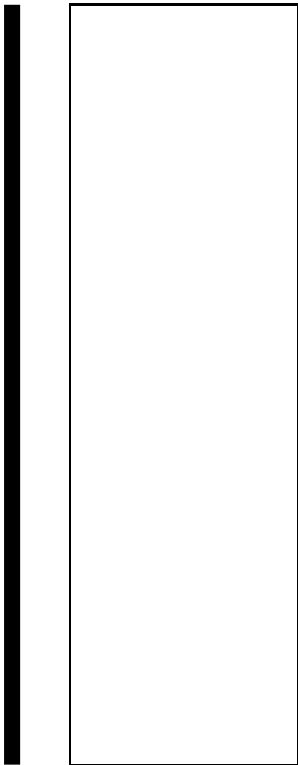
Obr. 16. Pádová zkouška

Účinky „Molotovova koktejlu“ (zápalné lahve) na skleněnou plochu opatřenou bezpečnostní fólií SMC - AX



Obr. 17. Bezpečnostní zkoušky URNA policie ČR, Milovice 4.4.2002

Vzorek fólie SMC – AX

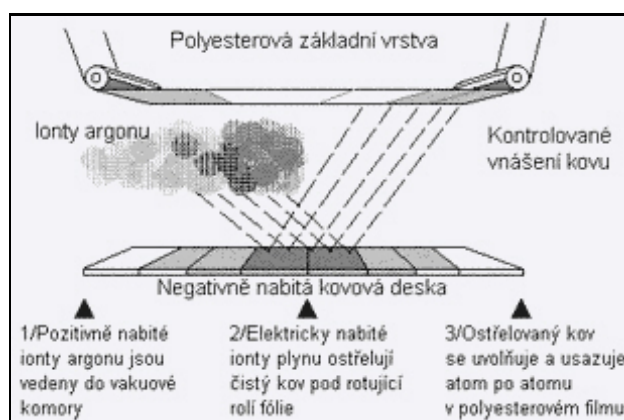
	SMC - AX	
	Zadržuje UV záření	99%
	Tloušťka materiálu	300 µm
	Výrobce:	
	Film Technologies International, Inc.	
	USA	
	Distribuce:	
	Next, spol. s.r.o.	
	Pobřežní 8	
	186 00 Praha 8	

4.3.2 Bezpečnostní fólie Bruxsafol

Fólie Bruxsafol je vyrobena z čistého několikavrstvého polyesteru s různými povrchovými úpravami. Jsou materiálem špičkové kvality pro maximální nároky. Fólie Bruxsafol byly původně vyvinuty v rámci kosmického programu NASA. Díky vynikajícím vlastnostem se rychle rozšířilo jejich využití v civilním sektoru. Nepodléhají povětrnostním vlivům, nedochází ke změnám jejich barvy ani vzniku tzv. „map“. Fólie jsou přirozenou ochranou proti střepinám, protože úlomky skla v případě rozbití zůstávají na fólii.

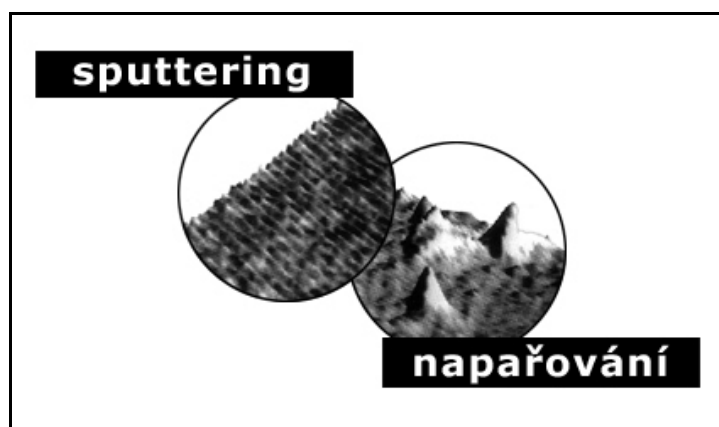
Fólie Bruxsafol jsou vyráběny nejmodernějším postupem. Běžné fólie pro ochranu před slunečním zářením jsou většinou vyráběny technikou napařování. Při napařování je na velmi tenkou fólii napařena odrazná vrstva (zpravidla hliníku). Existuje ovšem nebezpečí, že se tato vrstva rychle oddělí. Při výrobě fólií Bruxsafol je použita metoda Sputteringu při níž jsou částčky kovu vpraveny přímo do polyesteru. Sputteringem nazýváme vnášení

kovových iontů do určité látky - fólie Bruxsafol tedy nejsou povrstveny a nemají tak problémy s oddělením kovové vrstvy.



Obr. 18. Princip metody Sputtering

Sputteringem je docíleno rovnoměrného a hladkého povrchu, který podle snímků elektronového mikroskopu ve srovnání s metodou napařování vylučuje nepravidelnosti na fólii. Sputtering také umožňuje použití téměř všech slitin i ušlechtilých kovů - ušlechtilá ocel, titan, zlato nebo platina. Fólie vyrobené postupem Sputteringu mají nejen lepší vzhled, ale diametrálně převyšují běžné fólie svou životností a transparentností a zaručují navíc barevnou stálost. Výroba fólií Bruxsafol je prováděna za téměř bezprašných podmínek na Sputteringovém zařízení, které je v současnosti nejmodernější a nejvýkonnější na světě.



Obr. 19. Srovnání metody sputteringu a napařování (snímky z elektronového mikroskopu)

Fólie Bruxsafol jsou vyráběna americkou korporací Bekaert Speciality Films, LLC. Je držitelem certifikátů ISO 9001 a ISO 9002. Také je členem IWFA světové asociace firem působících na trhu fólií a EWFA evropské asociace firem působících na trhu fólií.

Vzorkovnice ochranných a bezpečnostních fólií Bruxsafol**Bruxsafol 4011 H. C. – čirá, ochranná**

Transmise	78%
Absorpce	18%
Reflexe	4%
Emissivity	0,88
UV-transmise (úměrně při 300 – 380 nm)	1%
U-faktor	1,08
Koeficient tepelného stínění	0,89
Prostupnost viditelného světla	85%
Absorpce viditelného světla	1,9%
Reflexe viditelného světla	13,1%
Celková redukce slunečního záření	23%
Tloušťka materiálu	112 µm

Bruxsafol 401 H. C. – čirá, ochranná-externí

Transmise	78%
Absorpce	18%
Reflexe	4%
Emissivity	0,88
UV-transmise (úměrně při 300 – 380 nm)	1%
U-faktor	1,08
Koeficient tepelného stínění	0,89
Prostupnost viditelného světla	85%
Absorpce viditelného světla	1,9%
Reflexe viditelného světla	13,1%
Celková redukce slunečního záření	23%
Tloušťka materiálu	112 µm
Pevnost v tahu	17 kg/cm

Bruxsafol 8011 H. C. – čirá, bezpečnostní

Transmise	76%
Absorpce	13%
Reflexe	10,7%
Emissivity	0,8
UV-transmise (úměrně při 300 – 380 nm)	0-2%
U-faktor	1,04
Koeficient tepelného stínění	0,92
Prostupnost viditelného světla	81%
Absorpce viditelného světla	6,7%
Reflexe viditelného světla	12,3%
Celková redukce slunečního záření	20%
Tloušťka materiálu	250 µm
Pevnost v tahu	36 kg/cm
Tažnost	170%
Přilnavost	2650 g/palec šířky

Bruxsafol 8012 H. C. – čirá, bezpečnostní

Transmise	65%
Absorpce	26%
Reflexe	9%
Emissivity	0,9
UV-transmise (úměrně při 300 – 380 nm)	0-0%
U-faktor	1,1
Koeficient tepelného stínění	0,84
Prostupnost viditelného světla	74%
Absorpce viditelného světla	17%
Reflexe viditelného světla	10%
Celková redukce slunečního záření	27%
Tloušťka materiálu	300 µm
Pevnost v tahu	42-44 kg/cm
Tažnost	175%
Přilnavost	2800 g/palec šířky

Bruxsafol 8012 XH H. C. – bezpečnostní, protisluneční

Transmise	38%
Absorpce	26%
Reflexe	36%
Emissivity	0,73
UV-transmise (úměrně při 300 – 380 nm)	0-2%
U-faktor	1,02
Koeficient tepelného stínění	0,52
Prostupnost viditelného světla	51%
Absorpce viditelného světla	24%
Reflexe viditelného světla	25%
Celková redukce slunečního záření	55%
Tloušťka materiálu	300 µm

Bruxsafol 8012 SI H. C. – bezpečnostní, protisluneční

Transmise	11,3%
Absorpce	39,5%
Reflexe	49,2%
Emissivity	0,82
UV-transmise (úměrně při 300 – 380 nm)	0%
U-faktor	1,09
Koeficient tepelného stínění	0,26
Prostupnost viditelného světla	15,3%
Absorpce viditelného světla	32,9%
Reflexe viditelného světla	51,8%
Celková redukce slunečního záření	77%
Tloušťka materiálu	300 µm

Bruxsafol 8012 H. C. SS

Transmise	53%
Absorpce	37%
Reflexe	10%
Emissivity	0,89
UV-transmise (úměrně při 300 – 380 nm)	2%
U-faktor	1,12
Koeficient tepelného stínění	0,73
Prostupnost viditelného světla	56%
Absorpce viditelného světla	33%
Reflexe viditelného světla	11%
Celková redukce slunečního záření	36%
Tloušťka materiálu	300 µm

Bruxsafol 8014 H. C. – čirá, bezpečnostní

Transmise	71%
Absorpce	20%
Reflexe	9%
Emissivity	0,87
UV-transmise (úměrně při 300 – 380 nm)	0-0%
U-faktor	1,05
Koeficient tepelného stínění	0,89
Prostupnost viditelného světla	82%
Absorpce viditelného světla	7%
Reflexe viditelného světla	11%
Celková redukce slunečního záření	23%
Tloušťka materiálu	400 µm
Pevnost v tahu	43 kg/cm
Tažnost	175%
Přilnavost	3200 g/palec šířky

Výrobce:

Bekaert Speciality Films, LLC.

USA

Distributor:

Safex spol. s.r.o.

Bělehradská 49

120 00 Praha 2

4.4 Polykarbonát

4.4.1 Bezpečnostní polykarbonátové desky Makrolon

Bezpečnostní polykarbonátové plné desky jsou pro vysokou transparentnost a hladký povrch ideálním materiálem pro různá vnitřní i venkovní zasklení. Mají vysokou houževnatost, nárazovou odolnost a schopnost absorbovat kinetickou energii.

Zkouška nárazové odolnosti dle DIN 52 200, část 4 - síla plotny 4 mm (padající koule 100 mm; váha 4,11 kg)

Typy:

- polykarbonátové desky rovné s oboustrannou UV ochranou
- polykarbonátové desky rovné s jednostrannou UV ochranou
- polykarbonátové desky sendvičové – neprůstřelné a bezpečnostní
- polykarbonátové desky tvarované
- polykarbonátové desky se strukturovaným povrchem

Použití:

- protihlukové stěny
- zastřešení ramp a vstupů
- válcová (tunelová) zastřešení
- zástěny sprchových koutů
- kryty svítidel
- bezpečnostní prosklení přepážek a stěn
- ochranné kryty pro stroje a různá zařízení

Technický popis

Užité vlastnosti:

- snadná a mnohostranná opracovatelnost
- extrémně vysoká pevnost
- velmi dobrá transparentnost
- teplotní rozsah použití od -100 °C do +120°C
- vysoká odolnost proti průrazu

Speciální výhody:

- neprůstřelnost
- vysoká odolnost proti poškrábání
- vysoká stálost vůči chemikáliím
- vysoká odolnost proti průrazu

Tabulka XXV. Typy polykarbonátových desek Makrolon

Deska	Délka / Šířka [mm]	Tloušťka [mm]
Makrolon GP	1250, 3050, 6110/2050	0,75; 1; 1,5; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 15
Makrolon UV	2050, 3050, 6110/1250, 2050	2; 4; 5; 6; 8; 10; 12
Makrolon CS UV	6000/1097, 1265	0,8; 1
Makrolon Hygard	960, 1220/1830, 2440, 960, 1220 1520/1830, 1520, 2440	10; 13,5; 20; 27; 33

Tabulka XXVI. Makrolon Hygard

Výrobek	Tloušťka [mm]	Hmotnost [kg/m ²]	Přenos světla	Stupeň zkoušky
Násilné vniknutí / Zadržení				
CG 375	10 ± 5 %	12	86 %	ASTM F1233, tř. III Balistika (38 Special) HPW st. II, 10 kroků
CG 500	13,5 ± 5 %	16,2	83 %	ASTM F1233, tř. III Balistika (38 Special) HPW st. II, 12 kroků
CG 750	20 ± 5 %	24	77 %	ASTM F1233, tř. IV Balistika 9 mm HPW st. IV, 31 kroků
Balistika				
BR 750	20 ± 8 %	24	88 %	HPW TP 0500.02 St. B Balistika 9 mm Stupeň UL 1 Balistika
BR 100	27 ± 5 %	32,4	72 %	HPW TP 0500.02 St. B Balistika 9 mm HPW st. V, 42 kroků
BR 1250	33 ± 5 %	39,6	67 %	HPW TP 0500.02 St. C Balistika 9 mm Stupeň UL 2 Balistika

Technické údaje**Odolnost proti průrazu:**

Odolnost polykarbonátových desek MAKROLON GP, UV proti průrazu a průstřelu je zaručena a zajištěna na základě laboratorních zkoušek.

Ohýbání za studena:

Desky Makrolon se výborně hodí k realizaci prostorově ohýbaných konstrukcí. Ohyb nemá negativní vliv na mechanické vlastnosti desek, naopak díky vzniklé klenbě se zvyšuje únosnost desek.

Tabulka XXVII. Odolnost proti průrazu

Materiál	Hodnota	Jednotka	Metoda měření
Makrolon GP	150	kJ/m^2	ISO 8256
Makrolon UV	150	kJ/m^2	ISO 8256

Dodavatelská a montážní firma:

Dosting, spol. s r.o.

Košínova 19

612 00 Brno

4.4.2 Polykarbonátové desky Lexan***Plné polykarbonátové desky Lexan***

Polykarbonát Lexan je technický termoplastický materiál s vynikajícími mechanickými, termickými a elektroizolačními vlastnostmi.

Desky z polykarbonátu Lexan jsou transparentní a zároveň mimořádně odolné vůči nárazům v teplotním rozmezí od -40°C do $+120^{\circ}\text{C}$. Nabízejí též optimální bezpečnost a ochranu. Jako výrobek koncernu General Electric Plastics, jsou dnes již pojmem při nerozbitném zasklívání. Vyvážená kombinace fyzikálních, mechanických a optických vlastností, dlouhodobá odolnost v prostředí s rozdílnými teplotami a vlhkostí předurčují desky Lexan na zasklívání různých objektů. Zasklívání polykarbonátem se v současnosti pokládá za nejbezpečnější na světě.

Zabezpečují nejlepší ochranu vůči vandalismu, vylučují drahé opravy, opakované zasklívací práce, jako i následné škody způsobené zraněním úlomky a střepinami ze skla, krádeží nebo nevyhnutným přerušením běžného pracovního rytmu.

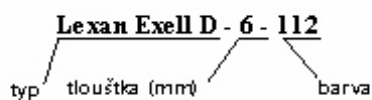
Náročné zkoušky nárazové odolnosti podle EN 356 od síly 5 mm splňují kategorii P5A.

Vlastnosti:

- Mimořádná odolnost proti nárazu
- Vysoká propustnost světla
- Výborný útlum hluku
- Stupeň hořlavosti – C1 (ČSN 730862)
- Stálost od -40°C do +120°C
- Možnost ohýbání za studena do oblouků
- Dobrá tepelná tvarovatelnost
- Nízká hmotnost ($1,2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)
- Nenáročná manipulace, zpracovatelnost, instalace

Tabulka XXVIII. Fyzikální vlastnosti polykarbonátu Lexan

Modul pružnosti v tahu	DIN 53457	2300 N/mm ³
Vicat VST/B/120	DIN 53460	> 145 – 150°C
DTUL, při 1,82 MPa	DIN 53461	135 – 140°C
Tepelná vodivost	DIN 52612	0,21 W/m.°C
Lineární tepelná rožtažnost	VDE 030411	$7 \times 10^{-5} \text{ m/m.}^\circ\text{C}$

Označení desek:

Tabulka XXIX. Typy, barva a výrobní sortiment plných polykarbonátových desek Lexan

Typ	Barva	Výrobní sortiment		
		Síla [mm]	Šířka [mm]	Délka [mm]
Lexan 9030	čirá	(0,75; 1; 1,5; 2); 3; 4; 5; 6; 8; 9,5; 12	(625, 1250), 2050	(2050), 3050, 6050
	bronz	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9,5; 12	2050	3050, 6050
	opál	3; 4	2050	3050
Lexan Exell D	čirá	2; 3; 4; 5; 6; 8; 9,5; 12	2050	3050, 6050
	bronz	3; 4; 5; 6; 8	2050	3050, 6050
	opál	3; 5	2050	3050
Lexan Exell D ST Lexan ST 5000	čirá	3; 4; 6	(1250), 2050	(2050), 3050
	bronz	3; 4; 6	(1250), 2050	(2050), 3050
Lexan Margard MR5E Lexan Margard FMR5E	čirá	3; 4; 5; 6; 8; 9,5; 12	2000	3000
	bronz	3; 4; 5; 6; 8; 9,5; 12	2000	3000

Lexan 9030

Standardní deska do interiéru. Používá se na jednoduché nebo přídavné zasklení, zabraňuje útoku vandalů, je ideální i na prosvětlené podhledy. Jako izolant v elektronice (výborné dielektrické vlastnosti).



Obr. 20. Lexan 9030 – tloušťka 4 mm – Bánská Bystrica

Lexan Exell D

Deska s oboustrannou UV stabilizací a vysokou propustností světla. Vhodný do exteriéru hlavně na elegantní zastřešení a prosklení s přímým výhledem a s aktivní bezpečností. Výborně odolává povětrnostním vlivům.



Obr. 21. Lexan Exell D – tloušťka 6 mm – Donovaly

Lexan Exell D ST

Deska s oboustrannou UV stabilizací odolná vůči nárazu s texturovaným povrchem, vhodné do bezohledného prostředí exteriéru, na stěny a zábradlí.



Obr. 22. Lexan Exell D ST – tloušťka 6 mm – Praha

Lexan ST 5000

Deska odolná vůči nárazu s texturovaným povrchem, vhodné do bezohledného prostředí interiéru. Neprůhlednost stěn a zábradlí vytváří prosvětlené, ale intimní prostředí. Vhodný i na kryty světel.



Obr. 23. Lexan ST 5000 – tloušťka 5 mm - Nitra

Lexan Margard

Spojuje vysokou odolnost polykarbonátu vůči nárazu s patentovanou oboustrannou povrchovou úpravou proti oděru. Mezi plasty používané na zasklívání se tvrdostí povrchu nejvíc přibližuje klasickému sklu. Ochranná vrstva zabezpečuje UV stabilitu, chemickou odolnost vůči běžným chemikáliím, benzínům, ale i sprejovým barvám, které je možné odstranit rozpouštědlem. Špičkový bezpečnostní materiál s výbornou průhledností, odolávající vandalům.



Obr. 24. Lexan Margard – tloušťka 8 mm – Liptovské Revúce

Lexan Margard MR5E

Je určený na ploché zasklení objektu se zaručenou aktivní bezpečností. Je-li materiál použit na výklady, okna, dveře a průčelí reprezentačních budov, zvyšuje ochranu majetku. Vynikající materiál na průhledné protihlukové stěny, bezpečnostní zóny na stadiónech, mantinely, i jako výplně zábradlí. Vytváří bezpečné, průhledné prostory na strojích a mechanismech.



Obr. 25. Lexan Margard MR5E – tloušťka 6 mm – Bratislava

Lexan Margard FMR5E

Je určený na obloukové zasklení objektů. Použití podobné jako při typu MR5E.



Obr. 26. Lexan Margard FMR5E – tloušťka 6 mm – Bratislava

Speciální polykarbonátové desky Lexan Lexgard

Bezpečnost osob a ochrana majetku jsou důležité pro majitele a obyvatele jakýchkoliv objektů. Jsou však konstrukce, které musí odolat i zvýšeným nárokům a snášet namáhání způsobené útokem střelných zbraní nebo ostrými předměty. Přitom však je třeba použít materiál, který bude nejen bezpečný, ale propustí světlo, umožní přímý výhled a zároveň esteticky nenaruší celkový vzhled stavby. Těmto požadavkům plně vyhovují bezpečnostní zasklívací desky Lexgard. Jsou to desky slepené z více vrstev. Podle účelu použití a třídy odolnosti proti předpokládanému způsobu napadnutí jsou desky Lexgard vyráběné v určité síle a skladbě. U neprůstřelných typů je jedna vnitřní vrstva z akrylátu, ostatní z polykarbonátu Lexan, přičemž venkovní povrch vždy tvoří polykarbonátová deska Lexan Margard s UV ochranou, vynikající povrchovou ochranou proti oděru a zvýšenou chemickou odolností. Desky Lexgard absorbují nárazovou energii útočníka, zachytávají údery ostrými zbraněmi a projektily uvíznou v desce bez toho, že by vznikly střepiny. Proto nehrozí ani následné zranění osob nebo poškození objektu ochrany odletujícími střepinami. Bezpečnostní desky Lexgard jsou vhodné na zasklení oken, výkladů, bankovních a

poštovních přepážek, pokladen, průzorů na strojích, pancéřovaných aut a ochranu vzácných muzejních exponátů.

Vlastnosti:

- Ochrana před střelbou útočníků
- Odolnost proti manuálnímu napadnutí
- Vysoká bezpečnost pro osoby
- Zvýšená ochrana majetku
- Jedinečný povrch Lexan Margard
- Výborná propustnost světla
- Relativně nízká hmotnost

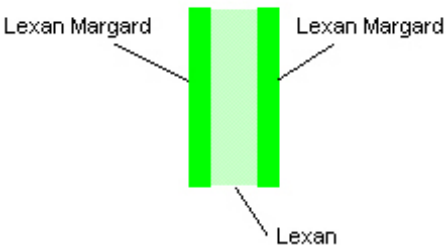
Typy Lexgardů:

- Lexgard MPC-375
- Lexgard MPC-500
- Lexgard MPC-750
- Lexgard MPC-875
- Lexgard RS-1250

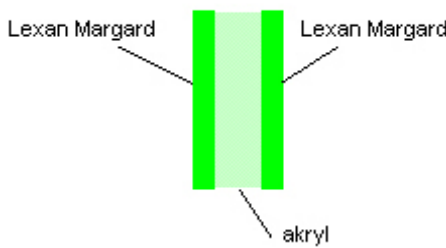
Tabulka XXX. Lexgard MPC-375

Lexgard MPC-375			Proti útoku ručními ostrými předměty Lexan Margard Lexan Margard
Síla	mm	9,5	
Hmotnost	kg/m ²	11	
Propust světla	%	86	
Standardní barva	112	čirý	
Možná barva	5109	bronz	
	713	zelený	
Standardní rozměry	mm	1220x1830	
	mm	1525x2440	
Třída odolnosti			
DIN 52290 část 3		EN 1063	
B-1		P6B	

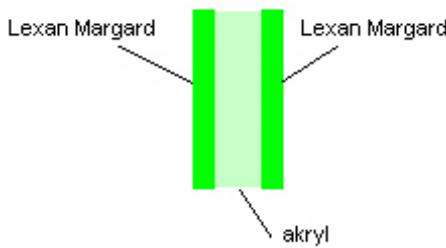
Tabulka XXXI. Lexgard MPC-500

Lexgard MPC-500			Proti útoku ručními ostrými předměty
Síla	mm	12,5	
Hmotnost	kg/m ²	15	
Propust světla	%	83	
Standardní barva	112	čirý	
Možná barva	5109	bronz	
	713	zelený	
Standardní rozměry	mm	1220x1830	
	mm	1525x2440	
Třída odolnosti			
DIN 52290 část 3		EN 1063	
B-3		P8B	

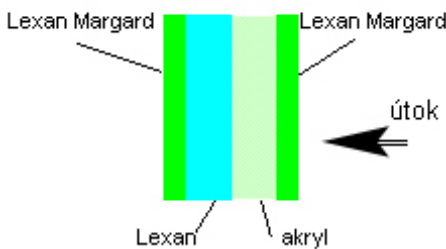
Tabulka XXXII. Lexgard MPC-750

Lexgard MPC-750			Proti útoku střelnými zbraněmi	
Síla	mm	19		
Hmotnost	kg/m ²	25		
Propust světla	%	87		
Standardní barva	112	čirý		
Možná barva	5109	bronz		
	713	zelený		
Standardní rozměry	mm	1220x1830		
	mm	1525x2440		
Třída balistické odolnosti				
zbraň	kalibr	DIN 52290 část 2	EN 1063	splňuje
Long Rifle	0, 22	neklasifikuje	B-1	ano
Pistol	9 mm	C-1 SF	-	-

Tabulka XXXIII. Lexgard MPC-875

Lexgard MPC-875			Proti útoku střelnými zbraněmi	
Síla	mm	22		
Hmotnost	kg/m ²	27		
Propust světla	%	86		
Standardní barva	112	čirý		
Možná barva	5109	bronz		
	713	zelený		
Standardní rozměry	mm	1220x1830		
	mm	1525x2440		
Třída balistické odolnosti				
zbraň	kalibr	DIN 52290 část 2	EN 1063	splňuje
Long Rifle	0, 22	neklasifikuje	B-1	ano
Pistol	9 mm	C-1 SF	-	ano
Pistol Tokarev	7, 62	-	-	ano*
Pistol M 52	7, 63	-	-	ano*
* 3 zásahy podle DIN 52290 část 2				

Tabulka XXXIV. Lexgard RS-1250

Lexgard RS-1250			Proti útoku střelnými zbraněmi	
Síla	mm	33		
Hmotnost	kg/m ²	39, 5		
Propust světla	%	78		
Standardní barva	112	čirý		
Možná barva	5109	bronz		
	713	zelený		
Standardní rozměry	mm	1220x1830		
	mm	1525x2440		
Třída balistické odolnosti				
zbraň	kalibr	DIN 52290 část 2	EN 1063	splňuje
Long Rifle	0, 22	neklasifikuje	B-1	ano
Pistol	9 mm	C-1 SF	B-2	ano
Revolver	357 Magnum	C-2 SF	B-3	ano
Revolver	44 Magnum	C-3 SF	B-4	ano
Brokovnice (Brenneke)	12	neklasifikuje	SG-1	ano
		neklasifikuje	SG-2	ano

Všeobecné manipulační a instalační zásady

- Při dopravě, manipulaci a montáži je nutno dbát na to, aby nedošlo k poškození desek
- Desky je nutno skladovat naležato, nevystavovat přímému slunci
- Montáž provádějte v suchém prostředí, zasklení deskami Lexan by mělo být poslední etapou dokončení stavby
- Desky Lexan se instalují tak, aby byl povrch s ochranou proti ultrafialovému záření umístěn vždy z venkovní strany; Označení je na ochranné fólii
- Minimální sklon v exteriéru (odtok vody) je 5° t.j. 9 cm / 1 m
- Při určení rozměrů desky je nutno zohlednit toleranci tepelné roztažnosti (c) polykarbonátu přibližně 3 mm na 1 m délky i šířky
- Desky se upevňují na okrajích do zasklívacích drážek nebo profilů do minimální hloubky 20 mm
- Utěsnění gumovým profilem nebo pryžovou páskou umožňuje pohyb v důsledku roztažnosti materiálu
- Pro upevnění desky je nutno šrouby s gumovou podložkou a díry předvrtat s tolerancí pro roztažnost

Výrobce:

General Electric Plastics

USA

Distributoři:

Tercoplast, a.s.

Zátišie 1

831 03 Bratislava

Tercoplast s.r.o.

Nové Dvory 147

763 15 Slušovice

ZÁVĚR

Lze konstatovat, že obě části práce, všeobecná i odborná splní svůj účel a dokáže informovat a orientovat management pro bezpečnost i kolektivy, které se bezpečností zabývají, na co musí klást důraz, jak postupovat při zadání, jaké prvky a materiály vybírat a kde hledat odbornou pomoc.

Je nutné si uvědomit, že spolupráce s odbornými firmami je nezbytná a také instalaci všech prvků bezpečnosti musí provádět odborníci, kteří k tomu mají oprávněná pověření.

Je mimo možnosti autora, aby byl zachycen veškerý stav informací, proto zdůrazňuji, že veškeré údaje zachycují současný stav. Bylo proto nutné zařadit článek 4.1 Komentář pro použití různých materiálů pro bezpečnost, aby ukázal obrovský rozsah možností použití bezpečnostních skel, fólií a polykarbonátů.

Protože normy ČSN nejsou dosud plně harmonizovány s uvedenými mezinárodními normami, jsou použity v publikaci běžné údaje z dosud platných českých technických norem, které většinou již obsahují ustanovení mezinárodních (především evropských) norem. Velmi často se při výrobě pro zahraničního zákazníka používají německé normy DIN, popř. i jiné národní nebo podnikové normy podle požadavků odběratele.

Rozšíření počítačů a počítačových sítí a pak celosvětová obchodní činnost přinesla jiný pohled na potřebné údaje v normách. Ustálilo se základní pravidlo, že výsledný produkt musí být jednotný. Mnoho mezinárodních norem, zejména těch, které procházejí v současné době revizemi, již tuto skutečnost uplatňuje.

V roce 1946 byla za účasti všech průmyslových států světa založena mezinárodní organizace pro normalizaci ISO (International Organization for Standardization). V současné době ISO sdružuje národní normalizační společnosti stovky států a jeho činnost

se týká všech oblastí technické normalizace. Úkolem je harmonizace národních norem členských zemí a tvorba společných norem a předpisů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografické publikace:

- [1] DIEM, W.: Bezpečnostní zařízení, IKAR Praha a.s. 2000
- [2] PROTIVÍNSKÝ, M a kol.: Zabezpečovací systémy Armex, Praha
- [3] TOMS, KONÍČEK, KOCÁBEK: Zabezpečení dveří a oken rizikových míst objektů, Praha Themis 1997
- [4] LAUCKÝ, Vladimír: Technologie komerční bezpečnosti I. 1. vyd. UTB Zlín 2003. ISBN 80-7318-119-3
- [5] LAUCKÝ, Vladimír: Technologie komerční bezpečnosti II. 1. vyd. UTB Zlín 2004. ISBN 80-7318-231-9

Poznámky z přednášek:

- [6] Objektová bezpečnost I. – mechanické prvky.

Katalogy:

- [7] Safety katalog AMBO
- [8] Výrobní program firmy Gloverbel Fenestra a.s., Salaš, 763 51 Bohuslavice u Zlína.
- [9] Výrobní program firmy Tercoplast s.r.o., Nové Dvory 147, 763 15 Slušovice.
- [10] Výrobní program firmy Safex s.r.o., Bělehradská 49, 120 00 Praha 2.
- [11] Výrobní program firmy Dosting spol. s.r.o., Košínova 19, 612 00 Brno.
- [12] Výrobní program firmy Next, spol. s.r.o., Pobřežní 8, 186 00 Praha 8.
- [13] Výrobní program firmy Glavunion, a.s., Sklářská 450, 416 74 Teplice.

WWW stránky:

- [14] Safex: Fólie Bruxsafol. Dostupný z URL: <<http://www.safex.cz>>.
- [15] Tercoplast: Polykarbonáty Lexan. Dostupný z URL: <<http://www.tercoz.cz>>.

- [16] Dosting: Polykarbonáty Makrolon. Dostupný z URL: <<http://www.dosting.cz>>.
- [17] Next: Fólie SMC – AX. Dostupný z URL: <<http://www.next.cz>>.
- [18] Sklo Expres Slovakia: Tvrzené a vrstvené skla. Dostupný z URL:
<<http://www.skloexpres.sk>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ACCESS – docházkové a přístupové systémy

CCTV – uzavřené televizní okruhy (Closed Circuit Television)

CI ČAP – Certifikační institut české asociace pojišťoven

ČAP – Česká asociace pojišťoven

ČSN – česká norma

ČSN P – předběžné označení normy ČSN

EN – evropská norma

ENV – předběžné označení normy EN

EPS – elektronická požární signalizace

EZS – elektronická zabezpečování signalizace

EWFA – evropská asociace firem působících na trhu fólií

IWFA – světová asociace firem působících na trhu fólií

ISO – Mezinárodní organizace pro normalizaci

MZP – mechanické zábranné prostředky

MZS – mechanické zábranné systémy

NBÚ – Národní bezpečnostní úřad

ORS – organizační režimové

pr EN – návrh EN před schválením

PVB – polyvinylbutyral

UV – ultrafialové záření

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vytvoření prostoru integrovaného bezpečnostního systému	10
Obr. 2 Prvky objektové bezpečnosti	10
Obr. 3 Základní model certifikace	16
Obr. 4 Pyramida bezpečnosti	20
Obr. 5 Neprůstřelné vrstvené sklo.....	22
Obr. 6 Sklopné hledí model 702M.....	25
Obr. 7 Princip systému Sälzer.....	26
Obr. 8 Vnitřní strana okna Sälzer po výbuchu nálože umístěné v bezprostřední blízkosti. Lidé by zůstali nezraněni a okno stále poskytuje dostatečnou ochranu proti násilnému vniknutí	27
Obr. 9 Vnější strana okna po výbuchu. Po odhození krycích kovových elementů jsou dobře vidět obvodové expanzní průduchy	27
Obr. 10 Structura Vision – Nákupní centrum a kanceláře – Schwerin, Německo.....	29
Obr. 11 Structura Duo – Mediatéka – Vandoeuvre-lès-Nancy, Francie	29
Obr. 12 Izolační skla v kombinaci se sklem tvrzeným, vrstveným a vzorovaným s drátěnou vločkou.....	31
Obr. 13 Rozměry pro zabudování vrstveného skla	48
Obr. 14 Rozmístění podložek	49
Obr. 15 Fólie chrání proti zranění rozbitým sklem	58
Obr. 16 Pádová zkouška.....	59
Obr. 17 Bezpečnostní zkoušky URNA policie ČR, Milovice 4.4.2002.....	60
Obr. 18 Princip metody Sputtering	62
Obr. 19 Srovnání metody sputteringu a napařování (snímky z elektronového mikroskopu).....	62
Obr. 20 Lexan 9030 – tloušťka 4 mm – Banská Bystrica	72
Obr. 21 Lexan Exell D – tloušťka 6 mm – Donovaly.....	73
Obr. 22 Lexan Exell D ST – tloušťka 6 mm – Praha.....	73
Obr. 23 Lexan ST 5000 – tloušťka 5 mm - Nitra.....	74
Obr. 24 Lexan Margard – tloušťka 8 mm – Liptovské Revúce	75
Obr. 25 Lexan Margard MR5E – tloušťka 6 mm – Bratislava	75
Obr. 26 Lexan Margard FMR5E – tloušťka 6 mm – Bratislava	76

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Charakteristika jednotlivých tříd podle ČSN P ENV 1627	18
Tab. 2 Typy, varianty	32
Tab. 3 Fyzikální a mechanické vlastnosti	33
Tab. 4 Maximální a minimální rozměry při různé tloušťce skla.....	33
Tab. 5 Výrobní možnosti.....	37
Tab. 6 Odolnosti různých vrstvených skel	38
Tab. 7 Odolnosti proti prostřelení	39
Tab. 8 Odolnosti proti prostřelení při lepeném skle Stratobel 33.1	40
Tab. 9 Doporučené řešení před nehodami.....	41
Tab. 10 Doporučené řešení před násilným vniknutím	42
Tab. 11 Doporučená řešení proti krádeží	43
Tab. 12 Doporučené řešení před střelami	44
Tab. 13 Doporučené řešení před výbuchem.....	44
Tab. 14 Rozměry pro zabudování vrstveného skla	47
Tab. 15 Výrobní rozměry skel.....	51
Tab. 16 Rovné skleněné díly stěn posuvných dveří	51
Tab. 17 Kategorie odolnosti podle EN 356 (pádová zkouška)	52
Tab. 18 Typy skel VBS PA podle kategorií odolností	52
Tab. 19 Kategorie odolnosti podle EN 356 (zkouška sekýrou)	53
Tab. 20 Typy skel VBS PB podle tříd odolností.....	53
Tab. 21 Klasifikace podle norem EN 1063 a DIN 52 290-2.....	54
Tab. 22 Popis kategorií odolnosti	54
Tab. 23 Typy skel VBS BR - S podle kategorií odolnosti	55
Tab. 24 Typy skel VBS BR - NS podle kategorií odolnosti	56
Tab. 25 Typy polykarbonátových desek Makrolon.....	68
Tab. 26 Makrolon Hygard.....	69
Tab. 27 Odolnost proti průrazu	70
Tab. 28 Fyzikální vlastnosti polykarbonátu Lexan	71
Tab. 29 Typy, barva a výrobní sortiment plných polykarbonátových desek Lexan.....	72
Tab. 30 Lexgard MPC-375	77
Tab. 31 Lexgard MPC-500	78
Tab. 32 Lexgard MPC-750	78
Tab. 33 Lexgard MPC-875	79
Tab. 34 Lexgard RS-1250	79

SEZNAM PŘÍLOH

- P 1 : Seznam platných osvědčení a certifikátů pro skla a zasklení odolná proti útoku
- P 2 : Seznam platných osvědčení pro skla pro stavební účely
- P 3 : Osvědčení o akreditaci k certifikaci výrobků – Trezor Test s.r.o.
- P 4 : Osvědčení o akreditaci k certifikaci výrobků – Ikates, s.r.o.
- P 5 : Autorizace pro posuzování shody výrobků podle §12 odst. 1 zák. č. 163/2002 Sb.
- P 6 : Vyhlášení shody pro bezpečnostní sklo tvrzené Kalsec
- P 7 : Certifikát výrobku + protokol o certifikaci + stavební technické osvědčení na výrobek: Sklo ploché s okenní fólií
- P 8 : Certifikát výrobku + protokol o certifikaci na výrobek: Sklo ploché s bezpečnostní fólií odolné proti ručně vedenému útoku s nalepenou fólií Bruxsafol 8011 h. c.
- P 9 : Certifikát výrobku + protokol o certifikaci na výrobek: Sklo ploché s bezpečnostní fólií s nalepenou fólií Bruxsafol 8012 h. c.
- P 10 : Certifikát shody na výrobek: Čiré sklo Float 4 mm s bezpečnostní fólií Bruxsafol 8012 h. c.
- P 11 : Certifikát výrobku + protokol o certifikaci na výrobek: Sklo ploché tl. 4 mm s bezpečnostní fólií s nalepenou fólií Bruxsafol 8014 z jedné strany a 8011 z druhé strany
- P 12 : Novinový článek – Fólie chrání zdraví i majetek