

Doc. Ing. Václav Hájek, CSc.

Doc. Ing. Luděk Novák, CSc.

Doc. Ing. Jindřich Šmejcký, CSc.

Ing. Hájek

KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB 30

Kompletační konstrukce



2002

Vydavatelství ČVUT

Úvodem

Autoři předkládají posluchačům stavební fakulty ČVUT komplexní skriptum jako doprovod přednášek z předmětu: Kompletační konstrukce – KPS 30 (K124KP30).

Toto skriptum navazuje na předchozí přednášková skripta z roku 1985 a 1996. Tato skripta plně pokrývají všechny okruhy přednášek tohoto předmětu a navíc uvádějí celou řadu realizačních detailů vybraných druhů kompletačních konstrukcí. Vzhledem k neustálým a rychlým změnám v tomto oboru a také s ohledem na probíhající harmonizaci technických norem v souvislosti s přípravou vstupu naší republiky do evropské unie, je členění těchto skript provedeno důrazně po jednotlivých samostatných kapitolách. Autoři vycházejí z předpokladu, že při dalších vydáních budou jednotlivé kapitoly doplňovány o nejčerstvější informace z oboru.

Doufáme, že tato učební pomůcka bude přijata a že dobře navazuje na dobré tradice tohoto předmětu na katedře konstrukcí pozemních staveb, stavební fakulty ČVUT v Praze.

Úvodem	0.0	
Obsah	0.1.....	0-2
Kapitola	1.0	
	Výplně otvorů (V. Hájek, L. Novák).....	1-1
	1.1 Okna	1-1
	1.1.1 Vizuální spojení s okolím	1-2
	1.1.2 Osvětlení místností denním světlem	1-5
	1.1.1.2.1 Světelná účinnost oken	1-6
	1.1.1.2.1 Tvar a poloha oken	1-6
	1.1.1.2.1.2 Dělení oken a konstrukce	1-8
	1.1.1.2.1.3 Okenní záclony	1-9
	1.1.1.2.1.4 Sklo v Oknech	1-10
	1.1.1.2.1.5 Překážky pod okny	1-12
	1.1.1.3 Tepelná ochrana	1-13
	1.1.1.3.1 Prostup tepla okny	1-13
	1.1.1.3.1.1 Tepelně izolační účinek vzd. dutin..	1-16
	1.1.1.3.1.2 Ochrana proti přehřívání místností.	1-17
	A Tepelná ochrana větráním	1-17
	B Tepelná ochrana cloněním	1-19
	C Tepelná ochrana pomocí spec. Skel	1-23
	1 Tech. a fyz. hodnoty skla FLOAT	1-23
	2 Přenos světelného a tep. záření...	1-25
	3 Skla s protislunečnými účinky....	1-27
	D Bezpečnostní skla	1-28
	1 Skla tvrzená	1-28
	2 Skla lepená	1-30
	3 Skla s drátěnou vložkou	1-31
	4 Protipožární skla	1-32
	1.1.1.3.2 Vzduchová propustnost oken	1-32
	1.1.1.4 Zvuková ochrana	1-34
	1.1.1.4.1 Vzduchová neprůzvučnost oken	1-35

	1.1.1.4.2	Neprůzvučnost skleněných výplní	1-36
	1.1.1.4.3	Vzdálenost skleněných tabulí	1-39
	1.1.1.4.4	Rozdílná hmotnost skl. tabulí	1-40
	1.1.1.4.5	Neprůzvučnost okenních konstrukcí..	1-40
	1.1.1.5	Ochrana proti pronikání srážkové vody	1-41
	1.1.1.6	Přenášení zatížení	1-41
	1.1.1.6.1	Zatížení působící kolmo nebo šikmo ..	1-42
	1.1.1.6.2	Zatížení termické	1-44
	1.1.1.6.2.2	Tepelné namáhání vlivem zastínění	1-45
	1.1.1.6.2.3	Tepelné namáhání vlivem rozdílných teplot na vnitřním a vnějším povrchu	1-46
	1.1.1.6.3	Zatížení následkem nestálosti objemu..	1-47
	1.1.1.6.4	Zatížení následkem nesprávného zab.	1-47
	1.1.1.7	Orosování skleněných tabulí	1-48
Kapitola	2.0	Modulová koordinace (J. Šmejcký)	2-1
Kapitola	3.0	Teorie tvorby a konstruování spar otvorových výplní (V. Hájek)	3-1
	3.1	Vymezení pojmů	3-1
		I. Připojovací spára	3-3
		II. Funkční spára	3-3
		III. Zasklívací spára	3-3
	3.2	Připojovací spára	3-5
	3.3	Funkční spára	3-9
	3.3.1	Příklady dvoustupňového těsnění spar ...	3-17
	3.3.2	Příklady rozdílu jedno a dvoust. těsnění..	3-21
	3.4	Zasklívací spára	3-22
	3.4.1	Zasklení	3-34
	3.5	Řešení spar z hlediska akustického	3-57
Kapitola	4.0	Přerušování tepelných mostů (PTM) (L. Novák)	4-1
	4.1	Tepelná účinnost přerušení tepelného mostu	4-1
	4.2	Únosnost kovových profilů s PTM	4-3
Kapitola	5.0	Kotvící a spojovací technika (J. Šmejcký)	5-1
	5.1	Kotvení	5-1

	5.1.1 Předem upevněné kotevní prvky	5-1
	5.1.2 Dodatečně upevněné kotevní prvky	5-6
	5.1.2.1 Vstřelování	5-6
	5.1.2.2 Vrtání	5-9
	5.2 Tmelení a lepení	5-12
Kapitola	6.0 Okna, dveře, vrata, střešní okna (V. Hájek) ..	6-1
	6.1 Okna	6-1
	6.1.1 Význam a funkce	6-1
	6.1.2 Základní dělení oken	6-2
	6.1.3 Principy okenních konstrukcí	6-6
	6.1.3.1 Tvar okenních profilů	6-6
	6.1.3.2 Statické vlastnosti profilů ok. rámu ...	6-6
	6.1.4 Praktické řešení připojovací spáry	6-7
	6.1.5 Ochrana oken proti slunci, průhledu a vloupání	6-12
	6.1.5.1 Okenní rolety	6-12
	6.1.5.2 Okenní žaluzie vnější	6-17
	6.1.5.3 Okenice	6-19
	6.2 Dřevěná okna	6-20
	6.2.1 Dřevo pro výrobu oken	6-21
	6.2.1.1 Požadavky na kvalitu dřevěných lepených hranolů	6-22
	6.2.2 Obecné zásady pro geometrii průřezů dřevěných okenních vlysů a příčlí	6-24
	6.2.3 Ukázky dřevěných okenních konstrukcí ..	6-25
	6.2.4 Ukázky dřevohliníkových oken	6-32
	6.3 Hliníková okna	6-37
	6.3.1 Konstrukční zásady hliníkových oken	6-38
	6.3.2 Příklady konstrukcí hliníkových oken s PTM	6-39
	6.4 Ocelová okna	6-45
	6.4.1 Příklady konstrukcí ocelových oken s PTM	6-45
	6.5 Okna s plastických hmot	6-56

	6.5.1 Příklady okenní konstrukce z PVC	6-60
	6.6 Dveře	6-62
	6.6.1 Všeobecně	6-62
	6.6.1.1 Vnější dveře	6-62
	6.6.1.2 Vnitřní dveře	6-63
	6.6.2 Rozdělení a názvosloví dveří	6-64
	6.6.2.1 Rozdělení podle způsobu použití	6-64
	6.6.2.2 Rozdělení podle způsobu otevírání	6-65
	6.6.2.3 Rozdělení podle druhu a konstrukce zárubně.....	6-66
	6.6.2.4 Rozdělení podle druhu konstrukce dveřního křídla	6-74
	6.6.3 Všeobecné požadavky na dveře	6-74
	6.6.3.1 Akustické požadavky	6-74
	6.6.3.1.1 Dveřní těsnění	6-76
	6.6.3.1.2 Příklady řešení těsnění mezi dveřním křídlem a podlahou (prahem)	6-76
	6.6.3.2 Tepelně technické požadavky na dveře	6-79
	6.7 Vrata	6-81
	6.7.1 Dělení vrat	6-81
	6.8 Střešní okna	6-83
Kapitola	7.0 Podlahy (J. Šmejcký)	7-1
	7.1 Charakteristika a obecné požadavky	7-1
	7.2 Akustické vlastnosti	7-1
	7.3 Tepelně technické vlastnosti	7-2
	7.4 Konstrukční uspořádání podlah	7-5
	7.5 Zásady konstrukční tvorby podlah	7-7
	7.6 Styk podlahy se svislými konstrukcemi	7-10
	7.7 Příklady podlahových konstrukcí	7-13
Kapitola	8.0 Příčky (J. Šmejcký)	8-1
	8.1 Konstrukční uspořádání lehkých příček z akustického hlediska	8-1
	8.1.1 Příčky jednoduché	8-1

	8.1.2 Dvojité přičky	8-2
	8.1.3 Kombinované přičky	8-6
	8.2 Stabilita přiček	8-6
	8.3 Přičky a požární bezpečnost	8-8
Kapitola	9.0 Podhledy a obklady (J. Šmejcký)	9-1
	9.1 Podhledy	9-1
	9.2 Obklady	9-4
Kapitola	10.0 Fasádní zateplovací systémy (V. Hájek)	10-1
	10.1 Technologie provádění kontaktního zateplovacího systému SAP	10-4
	10.1.1 Úprava vnějšího povrchu nosné části obvodové stěny	10-4
	10.1.1.1 Novostavba	10-4
	10.1.1.2 Starší stavba	10-4
	10.1.2 Nalepování polystyrénových desek	10-5
	10.1.2.1 Přídavné mechanické kotvení PS desek	10-8
	10.1.3.1 Ochrana rohů	10-10
	10.1.3.2 Vlastní ochranná omítková vrstva	10-11
	10.1.3.3 Způsob ukládání normální výztužné sítě	10-13
	10.1.3.3.1 Výztužná „pancéřová síť“	10-13
	10.1.3.4 Krycí štuková vrstva	10-14
	10.1.5 Základní fyzikální hodnoty jednotlivých vrstev zateplovacího systému SAP	10-15
	10.1.6 Montážní zásady – soklové lišty	10-16
	10.1.7 Montážní zásady – nanášení lepidla	10-17
	10.1.8 Montážní zásady – lepení desek z minerálních vláken	10-18
	10.1.9 Montážní zásady – ochrana rohů	10-20
	10.2 Dvouplášťový zateplovací systém SAP	10-21
	10.3 Příklady řešení dvouplášťových systémů EURO FOX a ALSECCO	10-22

Kapitola	11.0 Celoskleněné stěnové konstrukce (L.Novák)...	11-1
11.1	Funkce a význam celoskleněných stěnových konstrukcí	11-1
11.2	Konstrukční řešení celoskleněného obvodového pláště a příček – první typ	11-1
11.2.1	Uložení výplně ze skla do opěrných vlysů nebo rámu	11-2
11.2.2	Podpěrné vlysy	11-3
11.2.3	Celoskleněné výztuhy	11-4
11.2.3.1	Skleněné výztuhy – konstrukční úprava první	11-4
11.2.3.2	Skleněné výztuhy – konstrukční úprava druhá	11-4
11.2.3.3	Skleněné výztuhy – konstrukční úprava třetí	11-4
11.3	Konstrukční řešení celoskleněného obvodového pláště a příček – druhý typ	11-5
11.3.1	Skleněné výplně obvodového pláště druhého typu	11-6
11.3.2	Celoskleněné výztuhy	11-6
11.4	Konstrukční řešení celoskleněného obvodového pláště a příček – třetí typ	11-7
11.4.1	Podpěrné konstrukce z oceli, hliníku nebo ze dřeva	11-7
11.4.2	Podpěrné konstrukce ze skleněných průběžných nebo konzolových výztuh... ..	11-7
11.4.3	Způsoby zavěšení skleněných výplní a celoskleněných obvodových plášťů	11-7
11.4.4	Vertikální ztužující konstrukce celoskleněného obvodového pláště	11-8
11.4.5	Dilatace v celoskleněných obvodových pláštích vlivem teplotních objemových změn	11-8

11.4.6	Obvodové pláště s opěrným systémem	
	z jiných materiálů než ze skla	11-9
11.4.7	Zavěšení velkoplošné skleněné výplně	11-9
11.5	Použití tmelů v konstrukcích celoskleněných	
	obvodových plášťů	11-9
11.6	Druhy skel pro použití v celoskleněných	
	konstrukcích obvodového pláště	11-10
11.6.1	Skla průhledná	11-10
11.6.2	Skla průsvitná	11-10
11.6.3	Skla nezušlechtěná	11-10
11.6.4	Výplně ze skla zušlechtěného	11-10
11.6.5	Plochá skla konstrukčně upravená	11-11
11.7	Dveřní výplně v konstrukcích celoskleněného	
	obvodového pláště	11-11
11.7.1	Celoskleněné dveřní výplně a jejich uložení	
	do konstrukce obvodového pláště	11-11
11.7.1.1	Součásti celoskleněných dveří výplní	11-11
11.7.2	Řešení zasklených celoskleněných plášťů	
	ve vztahu ke vstupním částem	11-12
11.8	Bezpečnostní opatření při navrhování	
	celoskleněných konstrukcí	11-12
Kapitola	12.0 Seznam použité literatury	12-1

1. VÝPLNĚ OTVORŮ

Pod název výplně otvorů zahrnujeme stavební konstrukce vyplňující:

- a) otvory v obvodových stěnách budov, určené pro osvětlování (větrání) vnitřních prostorů denním světlem a vizuální kontakt s vnějším prostředím, tj. **okna a balkónové dveře**, popřípadě další příbuzné konstrukce sloužící různým účelům jako **vykládce** v budovách pro distribuci,
- b) otvory ve vnějších i vnitřních stěnách budov, určené pro komunikace, tj. **dveře a vrata**,
- c) otvory ve střešních konstrukcích určené pro horní osvětlení (větrání) prostorů denním světlem, tj. **světlíky a střešní okna**.

Z hlediska technologie stavebně montážních postupů jsou výplně otvorů zahrnovány do prací dokončovacích, což vyplývá z toho, že se na stavbu dodávají jako konstrukce vyráběné mimo stavební procesy a do stavby se montují ve fázi jejího dokončování.

Otvorové výplně představují z celkového finančního objemu stavebního díla asi 9 až 12 % a z objemu prací speciálních a dokončovacích asi 27 až 30 %.

Z hlediska účelu mají výplně otvorů značný vliv na fyzikální, hygienické a estetické vlastnosti budov a rozhodujícím způsobem ovlivňují pohodu prostředí a funkční hodnoty budov.

1.1 O k n a

Vyjdeme-li ze všeobecně uznávané definice podle které je okno část svislé vnější stěny, která umožňuje kontakt s okolím a vnikání světla do interiéru, která umožňuje zajišťovat ventilaci nebo větrání příp. může být využita jako cesta úniku při požáru. Potom patří mezi hlavní funkce oken:

- a) vizuální spojení s okolím,
- b) osvětlení místností denním světlem,
- c) přirozené větrání,
- d) komunikační spojení (při požáru, balkón. dveře).

Při zajišťování těchto hlavních funkcí (průhled, možnost otevírání) vyplynou funkce další - odvozené, kterými jsou:

- a) tepelná ochrana,
- b) zvuková ochrana,
- c) ochrana proti pronikání srážkové vody.

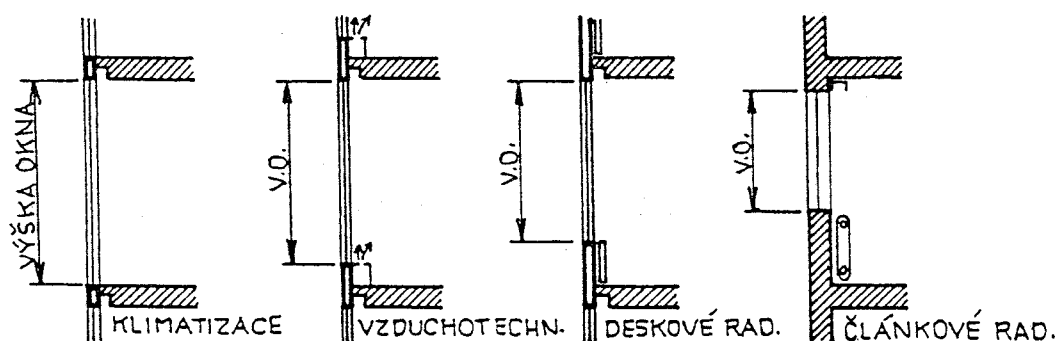
Okna a dveře svým tvarem, uspořádáním, vlastním členěním a estetickou úrovní detailu dotvářejí architektonický výraz ne jen jednotlivých staveb, ale i celých urbanistických útvarů (např. sídliště). Architektonickou funkci plní také při utváření vnitřních prostorů (interiérů), kde mimo jiné ovlivňují provoz, intenzitu světla a stínu a pod.

1.1.1 Vizuální spojení s okolím

Požadavek maximálního spojení s okolím vede podle dnešních názorů k max. zvětšování zasklené plochy. Lepší spojení s přírodou a vnějším světem vůbec přispívá k upevnění zdraví člověka po stránce psychologicko-fyziologické. Kdybychom vyřešili problémy technické, ekonomické a zejména energetické, vyplývala by z tohoto požadavku celoskleněná výplň otvoru o výšce od úrovně podlahy až po úroveň stropu a šířce rovnající se šířce místnosti.

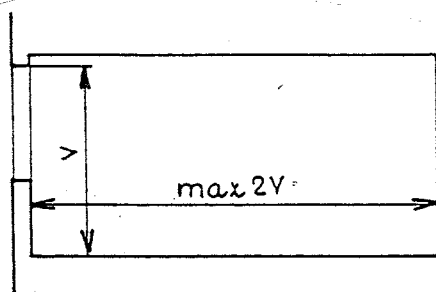
Náklady na takto pojatou konstrukci skleněné výplně otvorů jsou však velmi vysoké. Na jižní, jihovýchodní a jihozápadní straně je nutné kompenzovat zvýšenou světelnou propustnost a zejména propustnost tepelného slunečního záření umístěním vhodných clon nebo volbou skla se senzibilními vlastnostmi. Vhodnost nerušeného spojení s přírodou se projeví zejména při orientaci tohoto prosklení na stranu severní, severozápadní a severovýchodní. Při tomto umístění vnímáme ostře kontrastující přírodu, ale zároveň je vyloučena možnost oslnění. Také není zapotřebí nákladně řešit ochranu před přímým slunečním zářením. Hlavním problémem je však otázka tepelných ztrát. Z tohoto hlediska je třeba uplatnit při vytváření vnitřní pohody nový technický přístup, zejména při vytápění těchto objektů v zimě.

Velikosti okenních otvorů po výšce ovlivňují však nejčastěji způsoby vytápění stavebních objektů. Výšky článkových či deskových radiátorů, topných trubek nebo tepel. tech. potrubí limitují výšky parapetů. Záclonové truhlíky, garnýže, popřípadě skříňové truhlíky clonicích zařízení (fotolab., posluchárny atd.) určují výšky nadpraží.



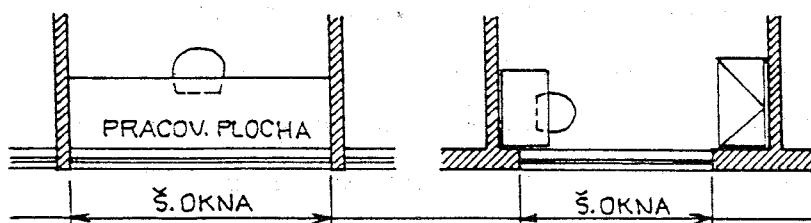
Obr. 1.1.1 Vztah výšky okna , způsobu vytápění a tvaru nadpraží

Výška nadpraží okna je v přímé souvislosti s hloubkou místnosti (limituje ji). A zase naopak je-li závazná hloubka místnosti, pak žádaná výška okenního otvoru od podlahy až po nadpraží ovlivňuje světlou výšku podlaží.



Obr. 1.1.2 Vztah hloubky místnosti a výšky nadpraží

Velikosti okenních otvorů po šířce nejsou již limitovány technickým zařízením budov. Je-li však výška okenního otvoru určena, potom je minim. šířka dána požadavkem na kvalitu denního osvětlení místnosti a max. možná šířka je totožná se šířkou místnosti. Při těchto úvahách je třeba mít na zřeteli účel místnosti v souvislosti s vnitřním zařízením.

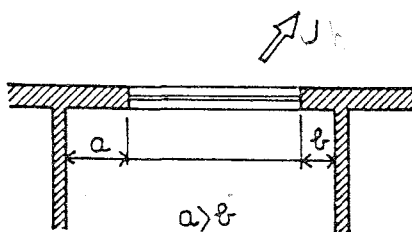


Obr. 1.1.3 Vztah šířky okna k vnitřnímu zařízení místnosti

Okno, které je tak široké jako místnost, je vhodné jen pro určité případy, např. v kancelářích, kde se počítá s pracovními místy u oken a vybavení se umísťuje v zadní části místnosti.

V bytech s menšími místnostmi je toto okno nevýhodné, neboť nelze využít stěn příček u okna k postavení vyšších prvků interiérových zařízení. Stěny příček u okna jsou přesvětleny, což při světlých malbách vede k oslňování. U okna v těchto případech by mělo zůstat nejméně 60 cm volné stěny, pokud není třeba více.

V méně osluněných místnostech (východ - sever - západ) je účelné, aby okno bylo posunuto směrem k jihu (na jižní straně okna méně plochy vnější stěny mezi příčkou a oknem).

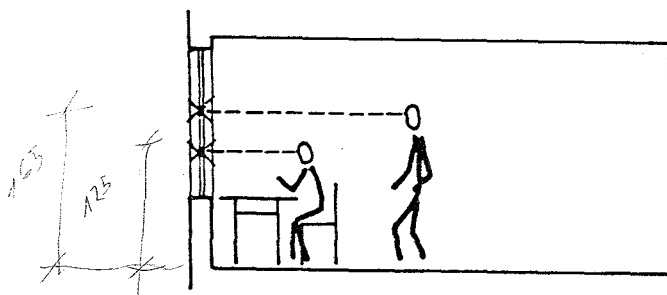


Obr. 1.1.4 Umístění okna s přihlédnutím ke světovým stranám

Důležitá je šířka meziokenních pilířů. Příliš široké meziokenní pilíře jednak zhoršují rovnoměrnost osvětlení pracovní roviny, jednak působí psychologicky nepříjemně velké kontrasty jasu (podobně jako vysoká plocha nadpraží nad oknem nízko položeným). Poměr šířky pilíře k šířce okna závisí především na požadavcích osvětlení denním světlem a na prostoru (překážkách) před oknem. Nelze je proto udat obecně.

Dělení zasklené plochy po šířce na sudý počet dílů je nevhodné. Svislá příčka umístěná v ose působí vždy rušivě. I zde se uplatňuje staré antické pravidlo. V každém rytmickém celku, který má také vždy svoje těžiště, se předpokládá, že těžiště je mezi dvěma oddělovujícími prvky. V případě, kdy je těžiště přímo v oddělovujícím prvku, je toto dělení nesprávné.

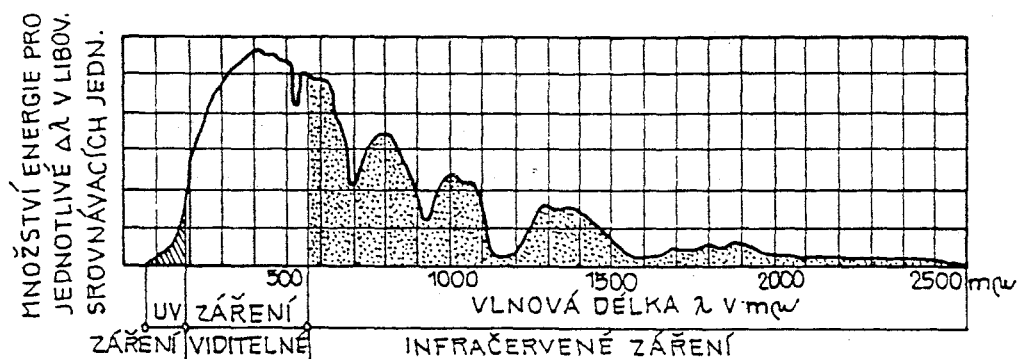
Dělení zasklené plochy po výšce je mnohem problematičtější. Při průhledu člení obraz krajiny nevhodně a navíc působí velmi rušivě. Pokud se tomuto členění po výšce nemůžeme vyhnout, musíme alespoň respektovat základní pravidlo, a sice že výška vodorovného členění nesmí být ve výšce očí, a to jak při stání (165 cm), tak i při sezení (125 cm).



Obr. 1.1.5 Chybné členění okna po výšce

1.1.2 Osvětlení místností denním světlem

Denní světlo vzniká zářením slunce. Vyzařovaná sluneční energie obsahuje záření ultrafialové, viditelné a infračervené.



Obr. 1.1.6 Normální sluneční spektrum

Šíří se do prostoru přímočaře, vniká do atmosféry, prochází jí a dopadá na zemský povrch jako přímé sluneční paprsky, které jsou prakticky rovnoběžné. Přímé sluneční paprsky jsou jednou formou denního světla. Jejich působení nazýváme osluněním.

Druhá forma denního světla je záření oblohové (difúzní). Doprovází vždy přímé sluneční paprsky. Dopadá na zemi i když je slunce zakryto mraky nebo jinou překážkou. Vzniká především rozptylem přímého záření. Sluneční paprsky jsou při průchodu ovzduším jednak pohlcovány a mění se na jiné druhy energie (na chemickou, tepelnou), jednak jsou rozptylovány, tj. odchylovány ze svého směru a dosahují zemský povrch tak, jako by zdánlivě vycházely z oblohy a ne ze slunce. Nepatrná část slunečního záření se přitom odráží zpět do hvězdného prostoru.

Není-li řečeno nic jiného, denním světlem (přírodním světlem) rozumíme oblohové záření.

V budovách, které jsou určeny pro trvalý pobyt lidí během dne je optimální denní osvětlení zaručené předpisy, které uvádí ČSN 73 0580 - Denní osvětlení budov. Denním osvětlením se mají vytvářet příznivé podmínky vidění, kterými lze zabránit vzniku předčasné i nadměrné únavy a předcházet možnostem úrazů. Denní osvětlení má přispívat k vytváření pohody člověka.

Denní světlo je sluneční světlo rozptýlené v atmosféře. V důsledku rozptylu se celá obloha stává pro interiér plošným zdrojem světlem. Toto světlo vniká do místností okenními otvory opatřenými světlopropustnými průhlednými výplněmi - obecně okny. Člověk na každém úseku svého pobytu v místnosti vyžaduje určitou velikost osvětlenosti, ale i vhodný směr světelného toku, někdy i stínivost, určitou rovnoměrnost osvětlení, zabránění oslnění (přímými slunečními paprsky, jejich odrazem) a především kontrast jasu.

1.1.1.2.1 Světelná účinnost oken

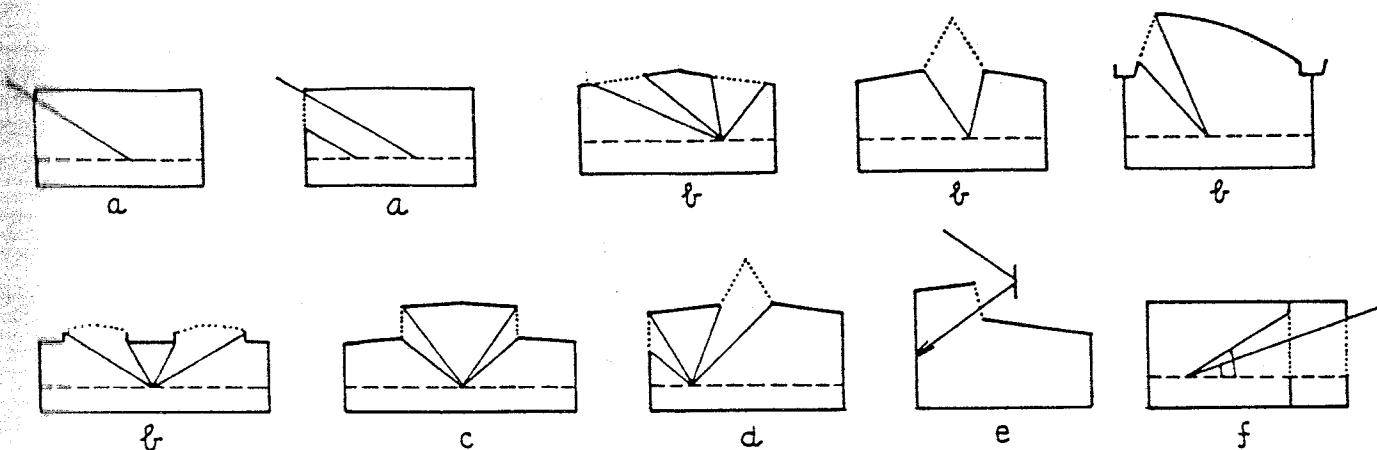
Světelnou účinnost okna určuje plocha zasklení, použité sklo, jeho tloušťka, tvar konstrukce a dělení, úprava špalety, barva konstrukcí a ostění, poloha okna a různé překážky v prostoru před okny.

1.1.1.2.1.1 Tvar a poloha oken

Podle umístění osvětlovacích otvorů ve stěnových (střešních) konstrukcích rozlišujeme:

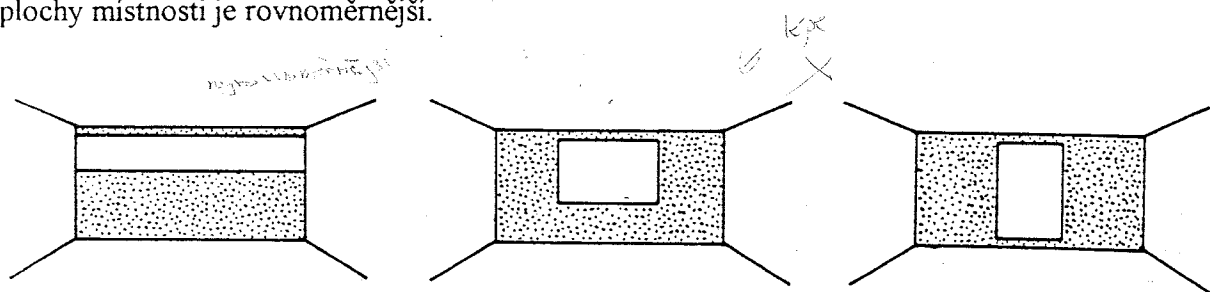
- a) osvětlení boční či postranní, jednostranné, dvoustranné (kancelářské místnosti, učebny a pod.),
- b) osvětlení horní, např. střešní okna, světlíky,
- c) osvětlení bazilikární, osvětlení otvorem vysoko položeným,
- d) osvětlení kombinované, střešní a boční,
- e) osvětlení řízené, tj. má-li být v místnosti převážně osvětlena jen určitá plocha (galerie, výstavy a pod.),
- f) osvětlení přes jiný osvětlovaný prostor.

Skloněná osvětlovací plocha dává při stejné výšce větší osvětlení než plocha svislá. Vzhledem k zašpinění a případnému zapadání skloněných ploch sněhem, volí se průměrný sklon s úhlem 60° až 70° od vodorovné plochy. Pro oboustranně zasklené světlíky se volí sklon obou osvětlovacích ploch s úhlem 40° až 45° od vodorovné.



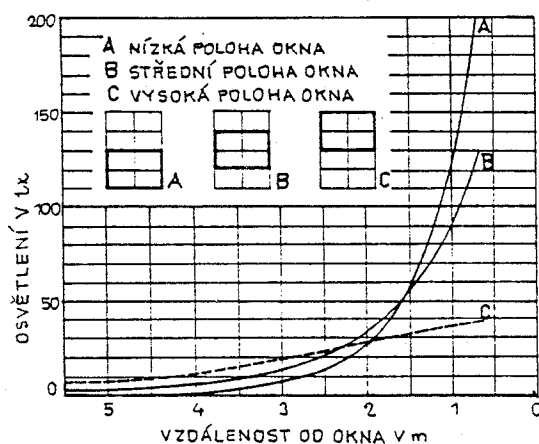
Obr. 1.1.7 Způsoby osvětlení podle umístění osvětlovacích otvorů

Při stejné ploše zasklení je účelnější volit tvar okna ležatý nežli stojatý, neboť osvětlení plochy místnosti je rovnoměrnější.



Obr. 1.1.8 Umístění okna v ploše vnější stěny

Pro rovnoměrnější osvětlení je nejlepší, je-li okno umístěno u stropního podhledu. Nadokenní překlad se má ztotožnit s rovinou podhledu a nebo má být co nejmenší. Pro rovnoměrné osvětlení místnosti má velký význam horní část okna, neboť je nejúčinnější pro osvětlení vzdálenějších částí místností. Naproti tomu zvyšování parapetu nad obvyklou výšku (90 cm) snižuje osvětlení v těsné blízkosti okenní stěny.



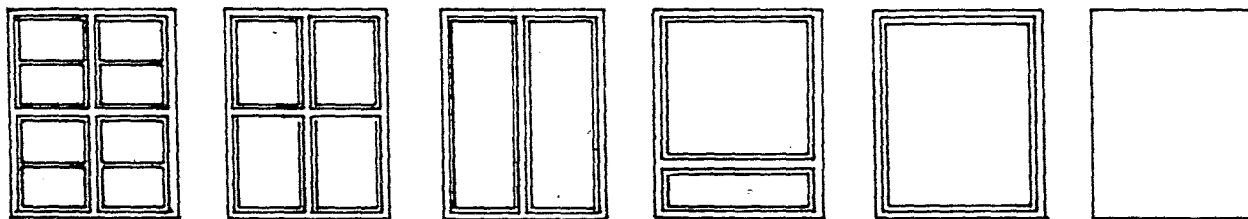
Obr. 1.1.9 Rozložení světla v 5,5 m hlubokém prostoru při různých výškových polohách okna

Rovnoměrné osvětlení můžeme získat také tím, prochází-li světlo rozptylujícím materiálem nebo průsvitnými záclonami. Po světelně technické stránce dobře vyhovují záclony z jemných hustě tkaných a světlých (bílých, nažloutlých) tkanin. Takové záclony zmenšují kontrast mezi okenními pilíři a oknem.

Osvětlovací otvory u průmyslových výroben mají být orientovány k severu anebo alespoň v rozsahu mezi severozápadem a severovýchodem, přičemž poloha mezi severem a severovýchodem je příznivější (vliv slunečního tepla je též menší). Osvětlovací otvory orientované jinak je třeba clonit.

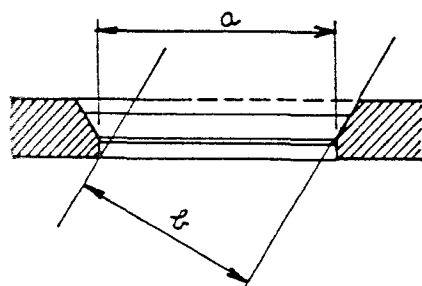
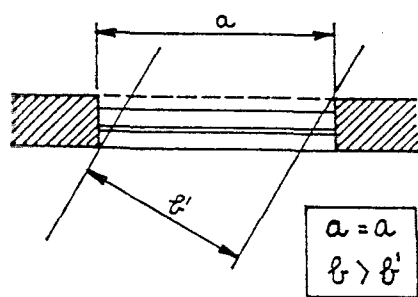
1.1.1.2.1.2 Dělení oken a konstrukce

Při členění okenních ploch okenními konstrukcemi je třeba mít na zřeteli, že okna mají mít co největší plochu zasklení. Nemají být zbytečně dělená příčlemi a sloupky, které plochu zasklení zmenšují. Průřezy ráků, příčlů, sloupků a profily okenních křídel volit minimální.

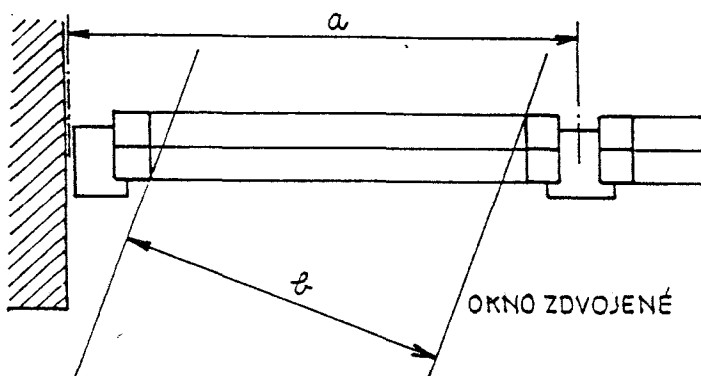
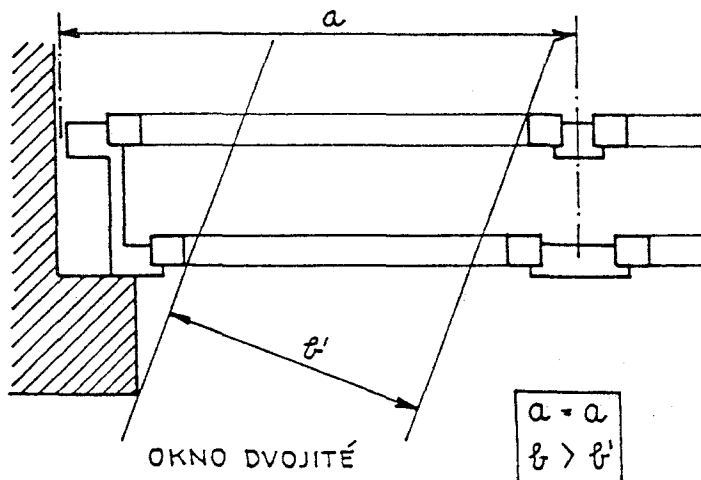


Obr. 1.1.10 Vliv ráků, sloupků a příčlů na propustnost světla okny

Okna zdvojená zadržují méně světelného toku nežli okna dvojité. Na světelnou účinnost oken v tlustých stěnách má vliv tvar okenního ostění (špalety). V těchto případech velmi prospívá zkosení špalety.



OBR. 1.11
VLIV TVARU OSTĚNÍ A OKENNÍ
KONSTRUKCE NA PROPUSTNOST SVĚTLA



Obr. 1.1.11 Vliv tvaru ostění a okenní konstrukce na propustnost světla

Světlý nátěr okenní konstrukce je nejen světelně účinnější, ale i příjemnější při průhledu oknem.

1.1.1.2.1.3 Okenní záclony

Rozeznáváme dvojí druh záclon, jedny proti vnikání přímých slunečních paprsků do místnosti, druhé proti pohledu zvenku dovnitř.

Záclony proti slunci jsou obvykle z průsvitné látky, poměrně husté. Cloníme přímé sluneční paprsky, abychom vyloučili nepříznivé, nerovnoměrné osvětlení pracoviště. Při večerním osvětlení, když je v místnosti mnohem větší jas nežli venku, zabraňují záclony proti slunci pohledům zvenku do místnosti, (průhledné lehké záclony by se k tomu nehodily), kromě toho propouštějí jen málo světla, takže jsou-li světlé, odrážejí zpět do místnosti světlo, které by jinak bylo ztraceno pro její osvětlení. Proto záclony proti slunci mají být co nejsvětlejší.

Záclony proti pohledu zvenku do místnosti mají být co nejtenší a nejsvětlejší, aby zadržely co nejméně světla. Předpoklad, že jemné záclony rozptylují světlo a tedy zlepšují osvětlení v zadních částech místností odvrácených od oken, je pochybený. Mají-li světlo rozptylovat žá-

doucí měřou, musí být z hustší tenké látky a hustší látka zadržuje a odráží vždy dosti světla. Proto účinkují očekávaným způsobem jen tehdy, je-li světelný tok jimi procházející značně intenzivní (např. oslunění). V takovém případě je osvětlení i vzadu v místnosti dostatečné, přispějí však k rovnoměrnějšímu osvětlení.

Lehké záclony zmenšují oslňující kontrasty mezi okenním průhledem a mezi okolní stěnou. Jelikož zadržují a rozptylují část světelného toku, je jejich jas menší než volného průhledu skly. Kromě toho visí zpravidla před lícem povrchu okolní stěny, takže část odraženého světelného toku osvětluje poměrně málo osvětlený povrch stěny okolo okna nebo meziokenní pilíře.

1.1.1.2.1.4 Sklo v oknech

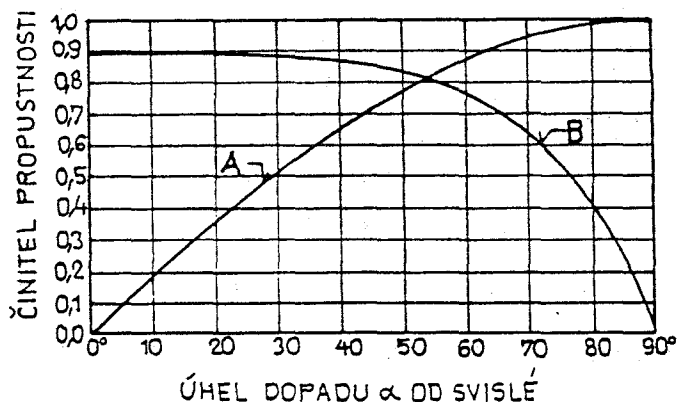
Sklo v oknech část světelného toku (světelných paprsků) odráží a část pohlcuje:

- a) **Odráživost části světelného toku** okenních tabulí je tím větší, čím je úhel dopadu větší, čím je povrch drsnější, čím je sklo méně čiré a čím je barevnější. Např. čiré sklo, není-li za ním blízký předmět (záclona), jeví se nám při kolmém pohledu zvenčí velmi tmavé. Sklo matované se jeví světlejší. Čím se nám skleněná okenní výplň jeví světlejší, tím více světlo odráží a o to méně světla propouští.

Podobně díváme-li se z chodníku na čiré okenní sklo v horních podlažích budovy, zrcadlí se v něm velmi znatelně obloha (je velmi světlé). To dokazuje, že šikmější paprsky (s velkým úhlem dopadu) se od skla odrážejí mnohem více než paprsky dopadající kolmo.

Je-li světlo difúzní, přicházející ze všech směrů, vyplňují paprsky, dopadající pod stejným úhlem do jednoho místa povrchu skla, kuželovou plochu. Čím je tato plocha větší, tím je více světelných paprsků (světelného toku). Nejméně je paprsků kolmých (jeden). Z toho plyne, že i když se odráží paprsek kolmý nejméně, budou účinnější paprsky dopadající šikmo. Z obr. 12 vidíme, že při difúzním osvětlení okenní sklo propouští nejvíce paprsků (světelného toku), dopadajících pod úhlem 60° (odkloněných o 30° od skla).

- A POMĚRNÉ MNOŽSTVÍ PAPRSKŮ
DOPADAJÍCÍCH POD α
- B PROPUŠTĚNÁ ČÁST ROVNOBĚŽ.
PAPRSKŮ



Obr. 1.1.12 Diagram množství paprsků propouštěných skleněných tabulí při různých úhlech dopadů rovnoběžných paprsků včetně světla rozptýleného

b) **Pohltivost části světelného toku** okenních tabulí (mění se na tepelnou energii).

Útlum se řídí obecným zákonem útlumu, z něhož plyne, že s tloušťkou nestoupá pohlcování lineárně, nýbrž mnohem rychleji. Výsledný činitel pohltivosti je součinem činitelů pohltivosti dílčích skel. Tak se stane, že výsledný činitel pohltivosti při zdvojnásobení tloušťky vznikne jako druhá resp. třetí mocnina činitele pohltivosti původního skla. Proto máme zájem na tom, aby skleněné tabule v oknech a vůbec skla, propouštějící světlo, byly co nejtenší.

Velké pohlcování světla vykazují duté skleněné tvárnice. Jsou-li z čirého skla, je jejich světelná propustnost pro denní světlo difúzní jen asi 40 - 45 %. Skleněné tvárnice s otevřenou dutinou (čočky, vlýsky) mají propustnost asi 60 % při tl. skla 2,5 cm.

c) **Zašpinění okenního skla** vzniká na vnějším i vnitřním líci. U budov bytových a občanských není tak velké oproti budovám průmyslovým. Jednak prostředí není tak prašné a jednak se okna čistí častěji. Ale již nepříliš velké zašpinění znamená ztrátu 10 % světelného toku.

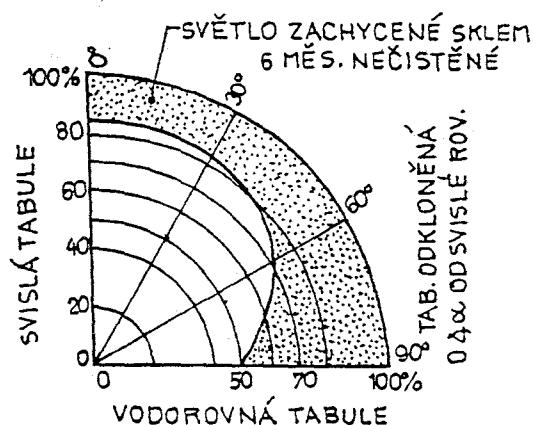
Měřením v průmyslových budovách bylo zjištěno, že větší zašpinění je na vnitřním povrchu, přibližně dvojnásobné, proti vnějšímu za stejné období. Na vnějším líci snižuje zašpinění déšť. Čím je sklo svislejší, tím méně se zašpiní. Proto nejvýhodnější jsou svislé tabule. Sklon menší jak 45° od vodorovné by neměl být užíván jednak pro zašpinění, jednak pro usazování sněhu v zimě, který na plochách menšího sklonu zůstává ležet.

Zašpinění skel zmenšuje po 6ti měsících propustnost difúzního světla takto:

Poloha skla	svislá	30 % od svislé	60 %	vodorovná
Zmenšení propustnosti	15 %	17 %	25 %	50 %

Tab. 1.1.1 Tabulka závislosti snížení světelné propustnosti vlivem zašpinění s ohledem na polohu skla (jeho sklonu).

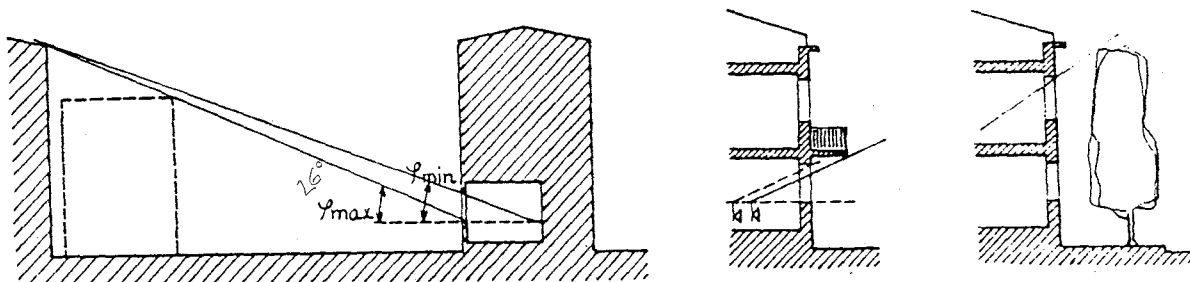
Ztráta světla zašpiněním skel je velmi značná, a to především v zimě, kdy je ho nedostatek. Proto se v průmyslových budovách mají čistit zasklené plochy nejméně 1 x za rok, na podzim. Vnitřní povrch by se měl čistit 2 x do roka.



Obr. 1.1.13 Zmenšení propustnosti světla skleněnou zašpiněnou tabulí

1.1.1.2.1.5 Překážky pod okny

Při návrhu okna pro uvažované místnosti je třeba přihlížet k předmětům, které mají vliv na zmenšení světelné účinnosti. Jakýkoliv předmět viditelný oknem z místnosti a zakrývající oblohu, pokud nemá stejný jas jako obloha, snižuje světelnost v místnosti. Těmito předměty jsou nejčastěji osamělé budovy, budovy řadového seskupení, stromy, větší keře, někdy i rizality vlastní stavby, balkóny a pod.



Obr. 1.1.14 Vliv překážek před okny na světelnou účinnost oken

Protilehlá zástavba má být řešena se zřetelem na nejmenší úhel zaclonění φ_{\min} . Zásadou by mělo být $\text{tg } \varphi_{\min} = 1 : 2$, $\varphi_{\max} = 26^\circ$. Stromy nemají být v těsné blízkosti průčelí, raději užívat nízké zeleně.

1.1.1.3 Tepelná ochrana

Tepelně izolační vlastnosti oken jsou v porovnání s jejich pořizovací cenou určitým měřítkem hospodárnosti té či jiné konstrukce. Okna se z hlediska tepelné ochrany posuzují podle hodnot součinitele prostupu tepla a součinitele spárové průvzdušnosti, které jsou u jednotlivých druhů okenních konstrukcí zjišťovány experimentálně.

1.1.1.3.1 Prostup tepla okny

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla vnějších okenních a dveřních konstrukcí $k_{ok,p}$ se stanoví ze vztahu:

$$k_{ok,p} = 1,15 k_{ok,n} \quad (1.1.1)$$

kde $k_{ok,n}$ je normová hodnota součinitele prostupu tepla okenních a dveřních konstrukcí.

V závislosti na druhu zasklení a konstrukčního materiálu rámců se stanoví z tab.

1.1.2 Normové a výpočtové hodnoty součinitele prostupu tepla.

Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla vnitřních okenních a dveřních konstrukcí $k_{ok,ip}$ se stanoví ze vztahu:

$$k_{ok,ip} = k_{ok,n} \quad (1.1.2)$$

Tab. 1.1.2 - Normové a výpočtové hodnoty součinitele prostupu tepla a součinitele spárové průvzdušnosti (ČSN 73 0540-3)

Po lož ka	Druhy oken a dveří	Normové hodnoty		Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla $k_{ok,p}^{-2} \text{ W.m}^{-2} \text{ K}^{-1}$
		Součinitel prostupu tepla $k_{ok,n}^{-2} \text{ W.m}^{-2} \text{ K}^{-1}$	Součinitel spárové průvzduš- nosti $i_{LV} \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2 \cdot \text{s}}{\text{m}^3 \cdot \text{Pa}}$	
1	2	3	4	5
Okna dřevěná, kombinovaná a z plastů				
1 Jednoduchá okna				
1.1	s jedním sklem	4,5	1,9	5,2
1.2	s přídatným sklem v rámečku z plastu ne- bo kovu (sdružené křídlo)	2,6	1,9	3,0
1.3	s izolačním dvojsklem bez selektivní vrstvy	2,5	1,9	2,9
1.4	s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou	1,8	1,9	2,1
1.5	s přídatným sklem v rámečku z plastu ne- bo kovu (sdružené křídlo)	1,9	1,9	2,2
1.6	s izolačním trojsklem	1,8	1,9	2,1
2 Zdvojená okna				
2.1	se dvěma skly	2,4	1,4	2,8
2.2	se třemi skly s izolačním dvojsklem na vnitřní straně okna	1,7	1,4	2,0
2.3	se třemi skly, třetí sklo v rámečku mezi křídly	1,65	1,4	1,9
3 Dvojitá okna dřevěná, kombinovaná a z plastů				
3.1	dvojitá, dvě skla	2,35	1,2	2,7
3.2	dvojitá, sklo jednoduché a dvojsklo	1,4		1,6
Okna kovová				
4 Jednoduchá				
4.1	s jedním sklem	5,65	1,9	6,5
4.2	s izolačním dvojsklem	3,9	1,9	4,5
4.3	s izolačním dvojsklem a přerušným tepel- ným mostem	3,2	1,9	3,7

4.4	s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou a přerušeným tepelným mostem	2,35	1,9	2,7
4.5	s izolačním trojsklem a přerušeným tepelným mostem	2,5	1,9	2,8
5 Zdvojená okna				
5.1	se dvěma skly	3,3	1,4	3,8
5.2	se dvěma skly a přerušeným tepelným mostem	2,8	1,4	3,2
5.3	se třemi skly s izolačním dvojsklem na vnitřní straně okna a přerušeným tepelným mostem	2,4	1,4	2,8
6 Dveře				
6.1	domovní dřevěné bez skleněné výplně	2,3		2,6
6.2	domovní dřevěné s jedním sklem	4,0		4,7
6.3	domovní kovové s jedním sklem	5,65		6,5
6.4 balkónové, viz okna				
6.5	vnitřní dřevěné plné	2,0		2,0
6.6	vnitřní dřevěné zasklené jedním sklem	3,5		3,5
6.7	vnitřní dřevěné zasklené jedním sklem ze 2/3	3,0		3,0

Součinitel prostupu tepla výplní otvorů $k_{ok,p}$ ve $[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$ musí splňovat podmínku

$$k_{ok,p} \leq k_{ok,N} \quad (1.1.3)$$

Pro jednoduchý způsob navrhování a ověřování budov občanských a obytných s dlouhodobým pobytem lidí lze požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla výplní otvorů $k_{ok,N}$ stanovit z tab. 1.1.3

Tabulka 1.1.3 - Hodnoty $k_{ok,N}$ pro obytné a občanské budovy s dlouhodobým pobytem lidí

Rozdíl výpočtových teplot ABS $t_i - t_e$ (°C)	$k_{ok,N}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
do 10	7,1
do 30	3,2
do 35	2,9

Podrobněji a pro obecné podmínky se požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla výplní otvorů $k_{ok,n}$, stanoví ze vztahu

$$k_{ok,N} = \frac{q_{k,ok}}{ABS(t_i - t_e) + 7} \quad (1.1.4)$$

kde $q_{k,ok}$ charakteristická hustota tepelného toku výplní otvorů ve $[W.m^{-2}]$

$q_{k,ok} = 120 [W.m^{-2}]$ pro budovy obytné a občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí;

$q_{k,ok} = 140 [W.m^{-2}]$ pro budovy občanské ostatní a pro budovy výrobní průmyslové pro velmi lehkou práci;

$q_{k,ok} = 160 [W.m^{-2}]$ pro budovy ostatní.

Tepelná ztráta prostupem tepla okny činí cca 30 % veškerých tepelných ztrát budovy.

$$Q_p = F \cdot k \cdot (t_i - t_e) \quad (1.1.5)$$

Q_p - tepelná ztráta prostupem tepla oknem (W)

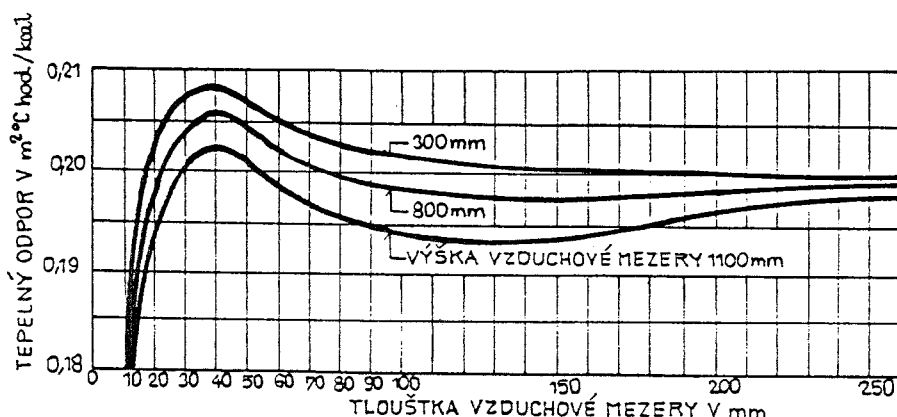
F - plocha okna (m^2)

k - součinitel prostupu tepla oknem ($W.m^{-2} K^{-1}$)

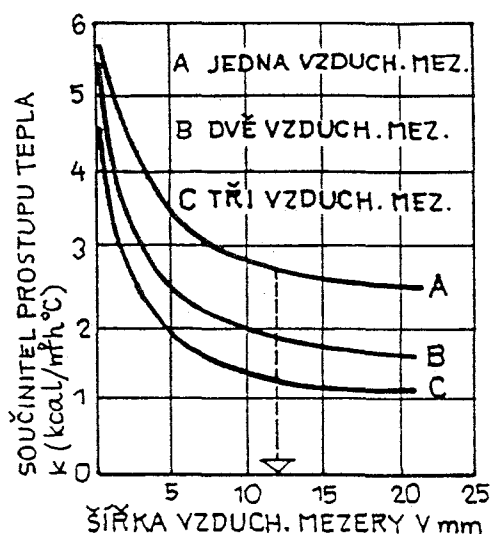
$t_i - t_e$ rozdíl teplot vnitřního a vnějšího vzduchu [$^{\circ}K$]

1.1.1.3.1.1 Tepelně izolační účinek vzduchových dutin skleněných výplní

Tepelné ztráty u konstrukcí se vzduchovými dutinami se uskutečňují sáláním a prouděním vzduchu v dutinách. Jejich účinnost je tedy závislá především na jejich tloušťce a výšce, příp. na možnosti výměny vzduchu.



Obr. 1.1.15 Tepelně izolační účinnost vzduchové mezery mezi dvěma skly sružených okenních křídel



Obr. 1.1.16 Účinnost vzduch. mezer izolačních skel

1.1.1.3.1.2 Ochrana proti přehřívání místností okny v létě

Obyčejné čiré sklo velmi dobře propouští krátkovlnné sluneční záření, které je uvnitř místnosti pohlcováno (podle stupně pohltivosti) všemi povrchy a předměty a mění se v tepelnou energii. Ohřáté povrchy a předměty pak vysílají (emitují) dlouhovlnné záření, které však sklo již do vnějšího prostředí nepropustí. Tak se stává, že teplota v místnostech v létě se zvyšuje nad teplotu venkovního vzduchu.

Proti přehřívání místností okny v létě se chráníme u stěn s nízkou tepelnou akumulací [součin $\lambda \cdot c \cdot \rho$] větráním, jinak cloněním zasklených ploch nebo použitím skleněných výplní se speciálními vlastnostmi.

Účelem ochrany proti přehřívání místností okny v létě je omezit tento tepelný zisk na přijatelnou míru, tj. $50 - 85 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$. V zimě zase naopak musí tato ochrana umožňovat maximální propustnost světelných paprsků, aby byla místnost co nejvíce prosvětlena.

A. Tepelná ochrana větráním

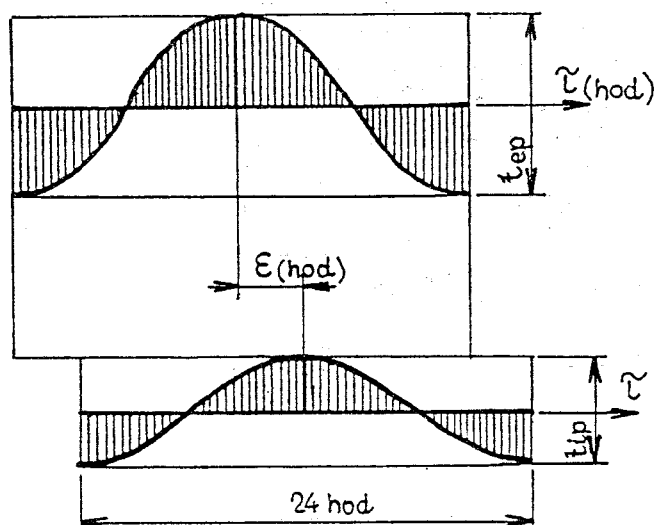
Pro možnost posouzení zdali je možno provést vyrovnání zvýšené teploty v místnosti v létě větráním okny, potřebujeme znát:



1.. Fázové posunutí křivky kolísání teplot na vnitřním povrchu oproti křivce kolísání teploty vnějšího prostředí ψ (hod.).

$$\psi = \tau_{A1} - \tau_{A2}$$

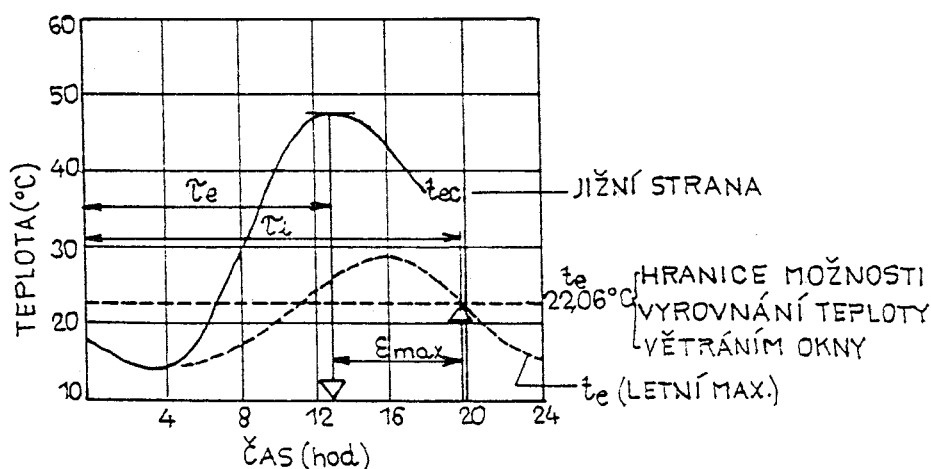
(1.1.6)



Obr. 1.1.17 Grafické vyjádření fázového posunutí

Vzhledem k tomu, že se jedná o pohyb harmonický, je možno průběhy teplot nahradit sinusovkou.

2. Graf denního průběhu celkové teploty t_{ec} vnějšího prostředí.
3. Graf denního průběhu teploty vnějšího vzduchu t_e .



Obr. 1.1.18 Grafické vyjádření postupu při stanovení teploty vzduchu t_e v čase τ_i

Z fyziologického hlediska je žádoucí, aby teplota vnitřního vzduchu v místnosti v létě nebyla vyšší než 22,06° C. Je proto nutné, aby v čase τ_i , kdy vnější povrchová teplota obvodové

obvodové stěny proniká na vnitřní povrch, byla teplota vnitřního vzduchu menší jak 22,06° C. Větráním okny aby pak bylo možno vyrovnat nastávající narůstání vnitřní teploty.

Druh stěny	tloušťka (cm)	ψ hod.	Posouzení možnosti vyrovnání teplot větráním okny
Cihelná zeď z plných pál. cihel	48,0	14,6	možné na všech svět. stranách
Cihelná zeď z cihel CDM	40,0	9,1	možné pouze na: J, JZ, Z, S, SZ
Panely z keramzitu "BA"	24,5	6,8	možné pouze na: J, JZ, Z, S, SZ
Dřev. s výplní z dřev. Pilin	11,7	5,5	možné pouze na: J, JZ, Z, S, SZ
Kovoplast. panely s výplní z minerál. Vláken	10,5	1,4	Nemožné

Tab. 1.1.4 Orientační pohled na možnosti vyrovnání teplot větráním okny

B. Tepelná ochrana cloněním

Sluneční clony můžeme rozdělit na:

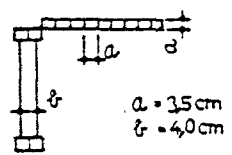
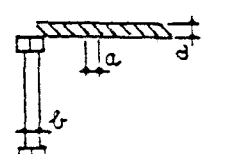
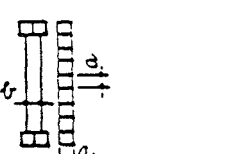
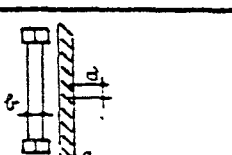
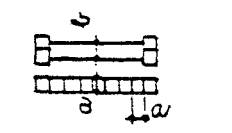
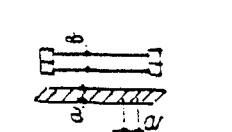
1. Okenní clony typu žaluzií, rolet, okenic, záclon (svinovací, posuvné, skládací apod.).
2. Slunolamy pevné nebo otáčivé (mechanické, elektrické, hydraulické, pneumatické s automatickým ovládáním pomocí časového spínače nebo fotobuňky).

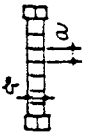

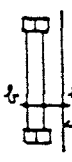
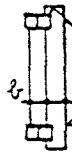
Slunolamy jsou konstrukce větších rozměrů umístěné před fasádami lehkých obvodových stěn s vazbou na celé průčelí. Okenní clony umožňují lokální regulaci oslunění jednotlivých oken.

Při návrhu slunečních clon je zapotřebí vzít v úvahu orientaci fasády ke světovým stranám. Jejich účinnost je pak v závislosti na této orientaci odvislá od polohy clon vzhledem k ploše zasklení (kolmo, rovnoběžně, šikmo). U clon vytvářených jednotlivými lamelami (žaluzií) závisí jejich účinnost také na možnosti natáčení lamel do správné polohy s ohledem na max. odraz slunečního záření a na odrazivosti jejich povrchů. Účinnost slunečních clon je také

závislá na tom, zdali je umístíme na vnější straně zasklení nebo mezi skly zdvojených oken. V souvislosti s volbou umístění slunečních clon je třeba použít takový druh oken, jejichž křídla při otevření nepřekážejí jejich stažení.

Tab. 1.1.5 Účinnost okenních clon s ohledem na jejich polohu a umístění vzhledem ke světovým stranám a ke konstrukci oken a jejich zasklení

Uspořádání žaluzie či clony	Účinnost při orientaci v %		Použití
	Jih	Západ	
Bez clony	0	0	-
 $a = 35 \text{ cm}$ $b = 40 \text{ cm}$	9,75	21,55	Pro západní a východní stěny, ne- doporučuje se orientace jižní
	26,9	38,0	Pro jižní a východní stěny. Pro zá- padní stěny se doporučuje s možností regulace sklonu úhlu lamel
	7,7	34,10	Pro západní a východní stěny, ne- doporučuje se orientace jižní
	40,70	63,55	Univerzální žaluzie pro libovolnou orientaci
	4,20	22,50	Pro západní a východní stěny, ne- doporučuje se pro orientace jižní
	30,30	61,05	Pro západní a jižní stěny, nejvhod- nější je však orientace západní

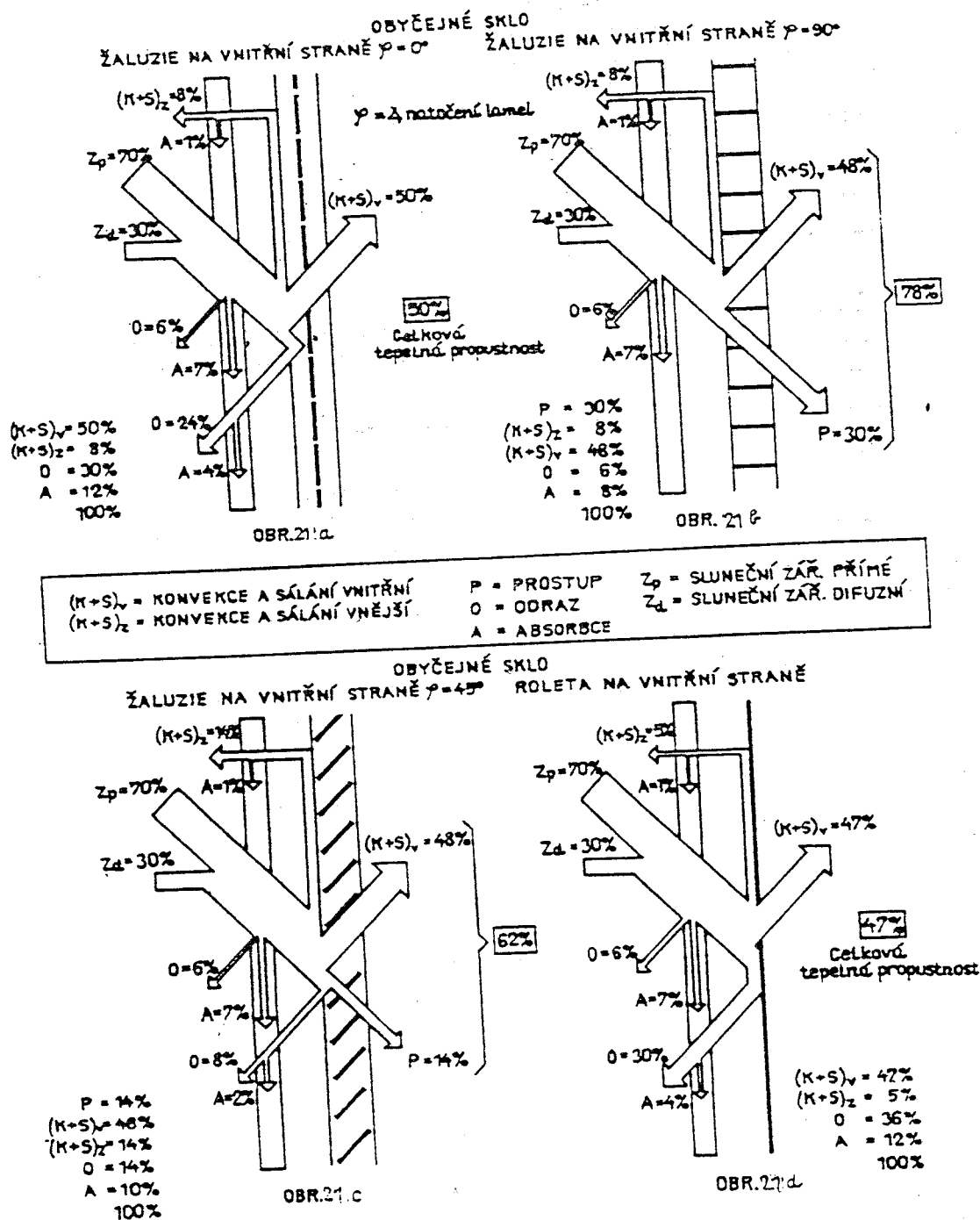
Uspořádání žaluzie či clony	Účinnost při orientaci v %		Použití
	Jih	Západ	
Bez clony	0	0	-
	17,25	-	Jižní stěny
	47,20	-	Pro jižní stěny, univerzální pro libovolnou orientaci
 DETERMÁL 60/60cm	14,60	-	Bez úpravy se nedoporučuje s ohledem na vyšší účinnost při následující úpravě
 DŘEVĚNÝ KRYT DETERMÁL 60/60cm	30,85	-	Univerzální použití, poněkud však na východní a západní straně

Sluneční clony umístěné na vnější straně oken jsou zejména u vysokých budov značně problematické. Možnost poškození větrem, ztížené podmínky na udržování, prostup ovládacího zařízení okny, konstrukcí stěn apod.

U žaluzií umístěných uvnitř místnosti se odvede značná část tepla, které projde sklem a je zachycena lamelami (ohřeje se), konvekci do místnosti. Podle úhlu natočení lamel se odráží větší či menší část tohoto tepla zpět (ven) - obr. 1.1.19a,b,c.

Největší odraz tohoto druhu má nepřerušovaná sluneční ochrana (rolety) - obr. 1.1.19d.

Pod vlivem uvedených skutečností je prosazován názor, provádět sluneční ochranu v rovině zasklení pomocí speciálně upravených skel (viz kap. C Tepelná ochrana pomocí spec. upravených tabulových skel).



Obr. 1.1.19 Účinnost vnitřních žaluzií

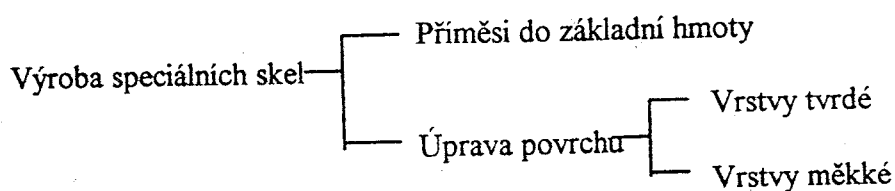
C. Tepelná ochrana pomocí speciálně upravených skel

Základem speciálních skel je výrobní zařízení na výrobu plochého skla technologií FLO-AT. Základní komponenty sklářské vsázky se taví v tavicí peci při teplotě 1 550 °C. Roztavené komponenty postupují dále do sklářské vany, kde dochází k dokonalému promíchání základní hmoty, která vytéká z vany při teplotě cca 1 000 °C na cínovou lázeň, chráněnou ochrannou atmosférou inertního plynu. Podle rychlosti proudění skleněné hmoty se reguluje tloušťka výsledné tabule, která se pohybuje běžně od 3 mm do 19 mm. Cínová lázeň zajistí naprostou rovinnost a paralelnost povrchů. Na výstupu z cínové lázně má již skleněný pás teplotu 600 °C a zachovává si již rovinný tvar, rovnost a hladkost povrchů. Po dalším ochlazení přichází pás skla na řezací zařízení, kde po odříznutí okrajů se řezou základní formáty skleněných desek ve velikosti 3 210 x 6 000 mm. (Jiný délkový rozměr musí být dohodnut přímo dle možnosti výrobce).

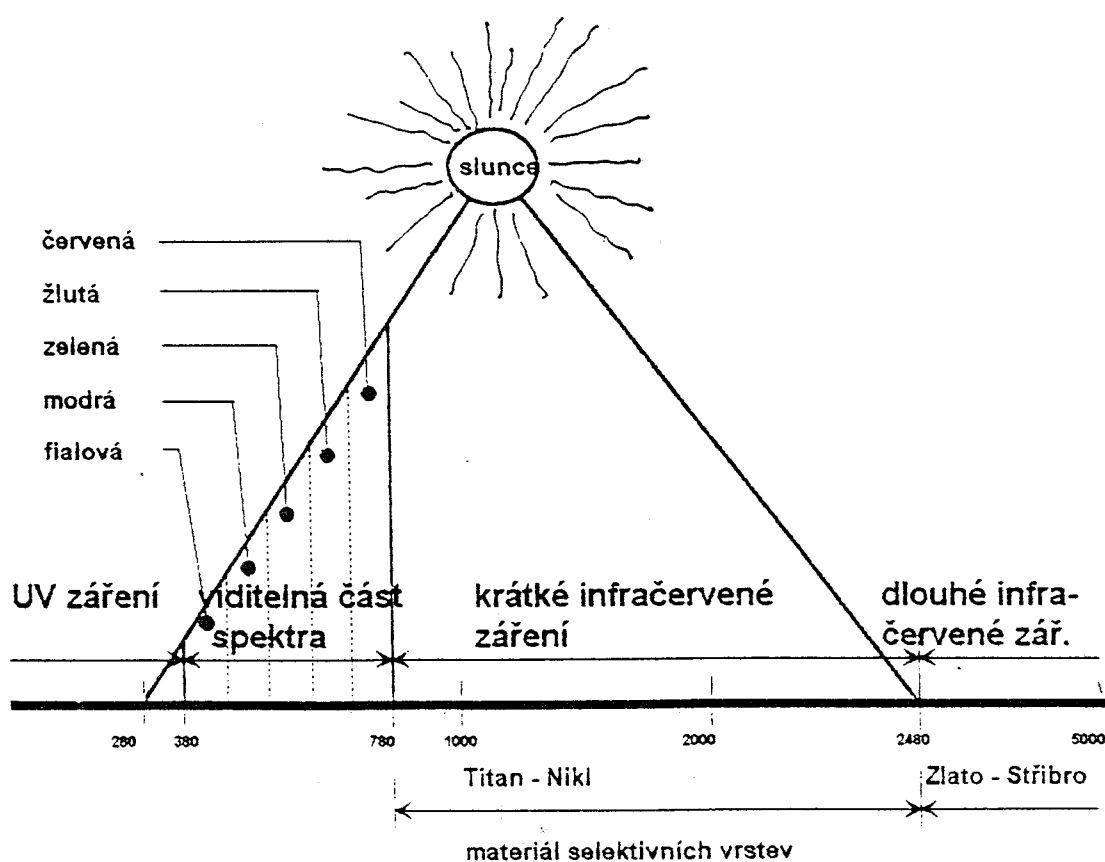
1. Technické a fyzikální hodnoty normálního skla FLOAT.

Hmotnost	2,5 kg/m ² /1 mm tloušťky
Pevnost v tlaku	700 - 900 N/mm ²
Pevnost v tahu za ohybu	30 N/mm ² (výpočtová hodnota pro stanovení potřebné tloušťky)
Světelná propustnost	3 mm 91 %
	4 mm 90 %
	5 mm 90 %
	6 mm 89 %
	8 mm 88 %
	10 mm 87 %
	12 mm 86 %
	15 mm 83 %
	19 mm 81 %
Součinitel tepelné vodivosti	0,8 [W/mK]
Modul pružnosti	7,3.10 ⁴ [N/mm ²]
Koeficient lineární roztažnosti	9,0.10 ⁻⁶
Teplota měknutí	600 [°C]
Součinitel prostupu tepla	5,8 W/m ² Kpro 4 mm tl.
Energetická celková propustnost	88 % pro 4 mm tl.
	85 % pro 6 mm tl.
Světelná reflexe	8 %

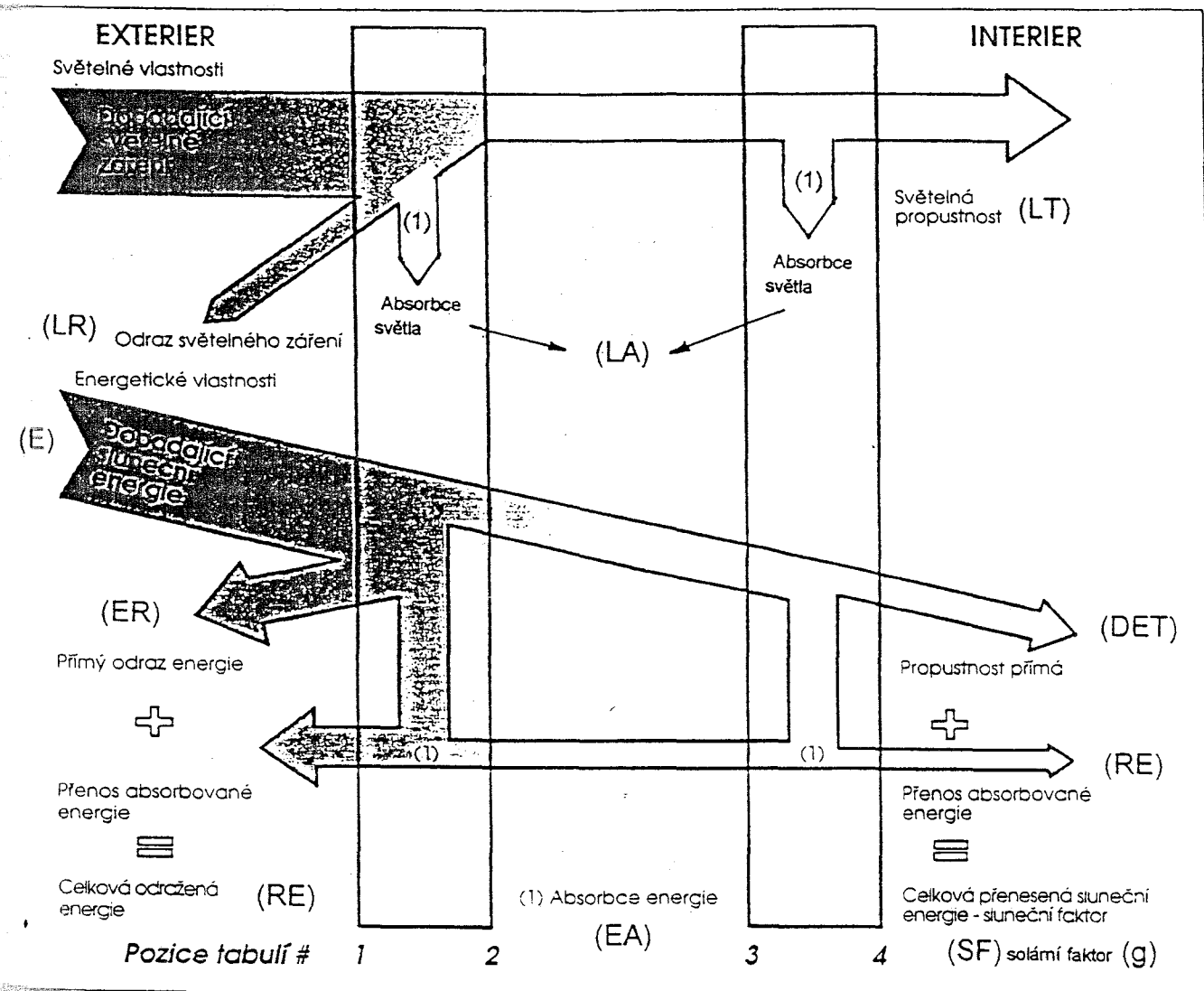
Speciální skla získáme buď pomocí přísad přímo do sklářské vsázky, nebo pomocí různých kovových povlaků nanášených na povrch skleněných tabulí v průběhu výroby, a to v rámci pomalého chlazení na cínové lázni.



Sluneční záření, které dopadá na povrch naší planety, sestává z různých vlnových délek v rozmezí 280 - 2 480 nm.



Obr. 1.1.20 Spektrum slunečního záření



$$S = \text{selektivita} = LT/g$$

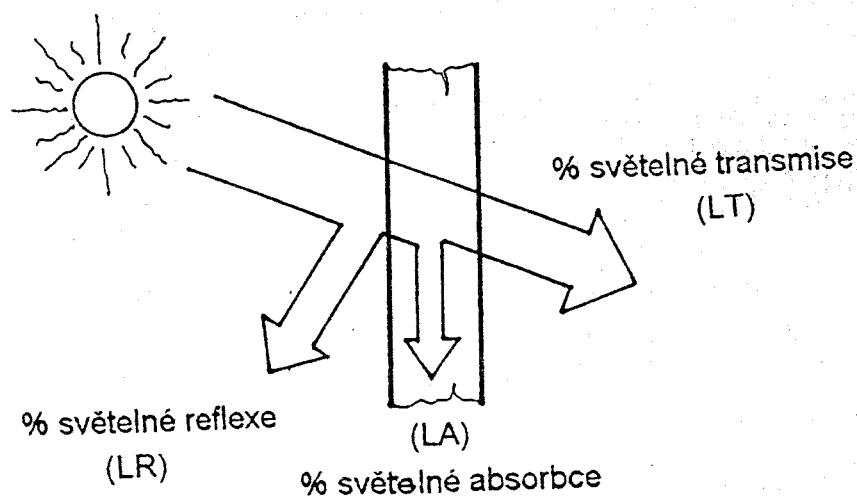
$$\text{Stínící faktor } b = \frac{g}{0,87}$$

Obr. 1.1.21 Světelné a energetické vlastnosti skel

2. Přenos světelného a tepelného záření povrchově upravenými skly.

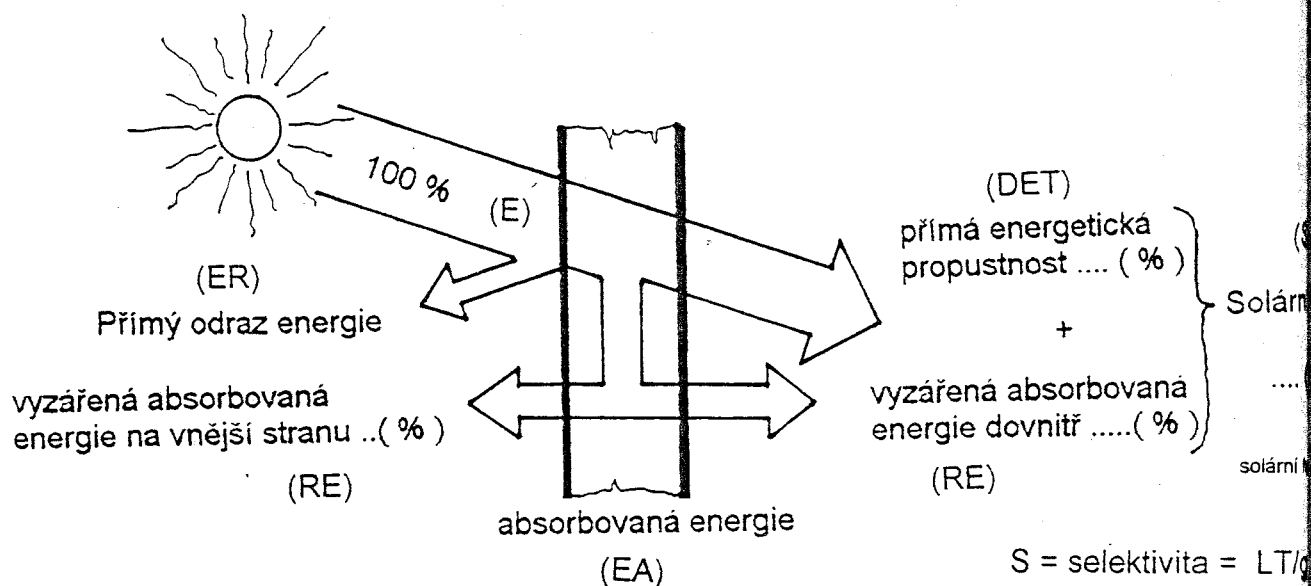
Při přenosu světla skleněnou tabulí dochází k odrazu určitého procenta paprsků - vyjadřuje se % reflexe, dále pak určitá část světla je skleněnou tabulí pohlčena - světelná absorbce, ne vždy se v tabulkách uvádí a zbývající část světelného záření se vyjadřuje % světelné propustnosti (transmise). Běžná čirá skla, bez reflexní úpravy povrchu mají procento reflexe do 10 %. Vysoce reflexní skla mají procento reflexe nad 30 %.





Obr. 1.1.22 Přenos světelného záření

Přenos tepelné energie v oblasti krátkého infračerveného záření (vlnová délka 780 - 2 480 mm).



Obr. 1.1.23 Přenos tepelného záření

Se vzrůstající plochou skleněné výplně se zvyšuje osvětlení a přehřívání interiéru vlivem slunečního záření, což z hlediska pohody v prostředí může působit do jisté míry velmi nepříznivě. S těmito nežádoucími jevy se vyrovnávají speciální izolační skla. Nahradí-li se ve standard-

ním izolačním skle vnější čirá tabule sklem s reflexní či absorpční charakteristikou, odbourají se nepříznivé vlivy nadměrného slunečního záření. Širokou paletu protislunečních skel lze rozdělit do tří skupin:

3. Skla s protislunečními účinky.

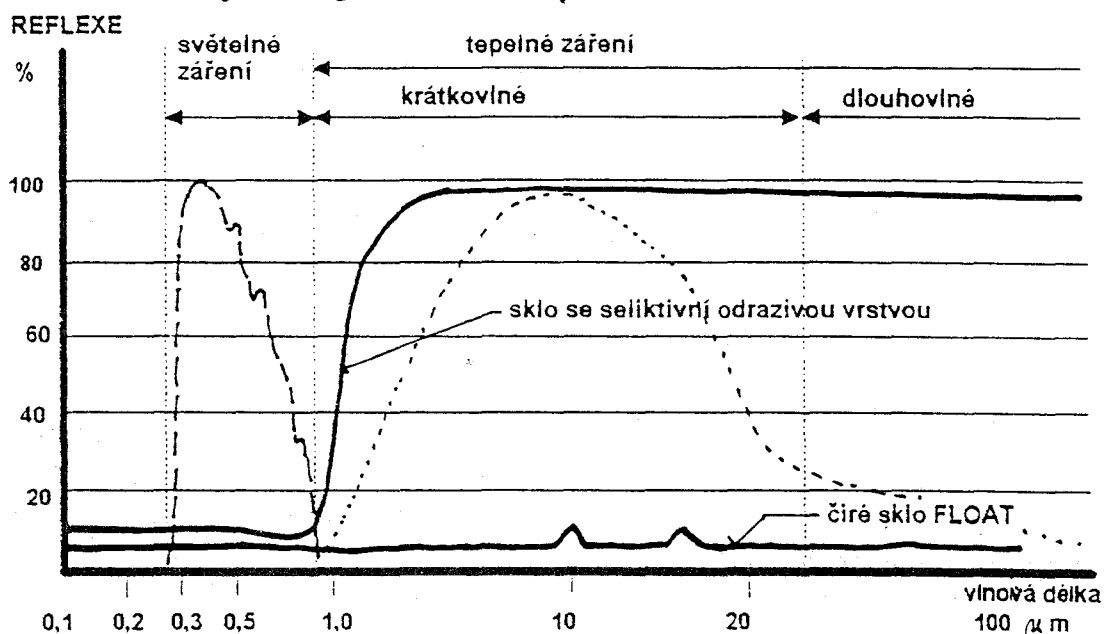
1.) absorpční - probarvené ve hmotě - poměrně výrazné procento pohlcené energie způsobuje zvýšení teploty skleněných tabulí

2.) reflexní - jsou skla, která mají na svém povrchu (a to v pozici ponejvíce 2) reflexní vrstvu vytvořenou ponejvíce na bázi TITANU či NIKLU. Jedná se zpravidla o vrstvy poloměkke - neodolné proti mechanickému poškození, které jsou umístěny na povrchu ve vnitřní dutině - pozice 2.

3.) kombinace absorpce a reflexe

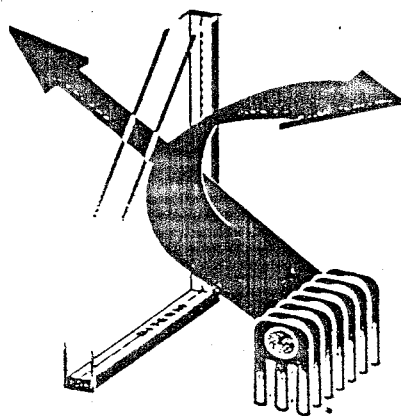
- je to kombinace obou systémů. Zde musíme dbát zásady, že pokud použijeme odrazivou vrstvu s vysokým stupněm odrazivosti, nesmíme dopustit přehřátí jednoho z povrchů skleněné tabule. (Hrozí zejména u smaltovaných skel). V takovém případě nesmí rozdíl teplot mezi jednotlivými povrchy normální skleněné tabule přesáhnout 30°C . Proto většina takových skel je vyrobena ze skel kalených - jediné taková jsou schopna přenášet větší rozdíly teplot na obou površích.

V současné době se s výhodou uplatňují skla se selektivní vrstvou, která účinně odrazí tepelné záření, a to zejména dlouhovlnné, ale naproti tomu propustí záření světelné. Účinek si můžeme ukázat na následujícím diagramu:

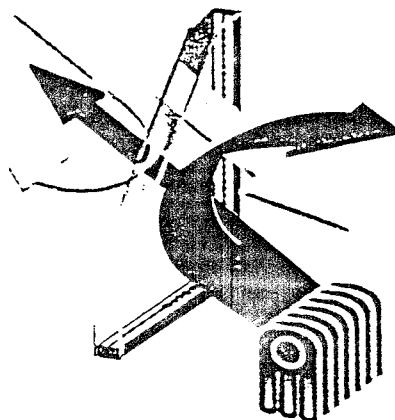


Obr. 1.1.24 Vliv povrchové úpravy skel na jejich vlastnosti

Ochrana interieru proti
nočnímu vyzařování tepelné
energie z interieru -
noční režim



Snížená ztráta posílená
o solární zisk -
denní režim



D. Bezpečnostní skla.

Bezpečnost a ochrana jsou důležité pro majitele i obyvatele jakýchkoliv objektů. Závisí na schopnosti materiálů odolávat různorodému namáhání. Pojem ochranné zasklení se vztahuje na izolační skla s použitím bezpečnostních skel.

Pod pojmem bezpečnostní skla rozumíme:

- | | | |
|---------------------|--|-----------------------------|
| Bezpečnostní skla — | | (1) Skla tvrzená |
| | | (1) Skla lepená |
| | | (3) Skla s drátěnou vložkou |
| | | (4) Skla protipožární |

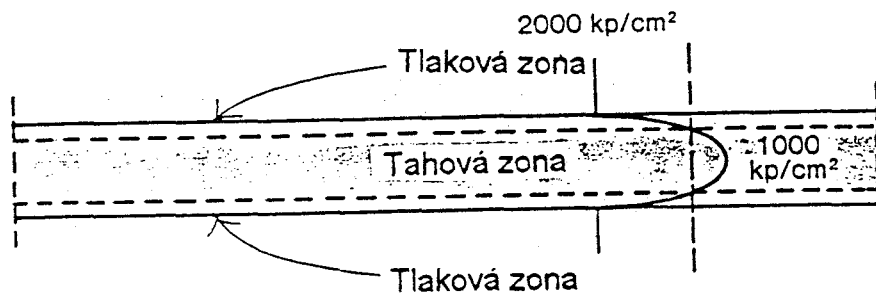
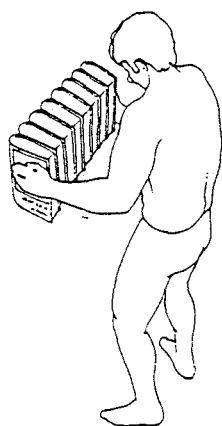
1. - Skla tvrzená.

Tvrzené sklo je čtyřnásobně až desetinásobně pevnější než sklo stejné tloušťky, při zatížení větrem a při tepelném namáhání. Při rozbití vznikají malé neostré částice, čímž je minimalizována možnost zranění.

Tvrzená skla se vyrábí z normálního skla kalením - kalení

skleněných tabulí se provádí dle následujícího postupu:

- Tabule skla FLOAT se upraví na požadovaný rozměr.
- Hrany skel se zabrousí a popřípadě se zaleští.
- Skleněné tabule se temperují zavěšené v tunelové peci až na teplotu 600 - 650 °C.
- Následně ve vzduchové lázni se ochladí oba povrchy. Skleněná tabule náhlým ochlazením získá na svém povrchu tlakové předpětí a vnitřní tabule tahové napětí, které lze graficky vyjádřit:



Tloušťka tlakové zóny představuje cca 1/5 celkové tloušťky skleněné tabule.

Technická a fyzikální data tvrzeného skla

Hmotnost	2,5 kg/m ² /1 mm tloušťky
Pevnost v tlaku	700 - 900 N/mm ²
Pevnost v ohybu	50 N/mm ² (výpočtová hodnota pro stanovení tloušťky tabule)
Světelná propustnost	6 mm 89 % 8 mm 85 % 10 mm 85 %
Součinitel tepelné vodivosti	= 0,8 W/mK
Modul pružnosti	7,0.10 ⁴ N/mm ²
Koeficient lineární roztažnosti ...	9,0.10 ⁻⁶ /K (t = 100 K ... cca = 1 mm/m)
Odolnost proti změnám teploty ...	+ 100 °C

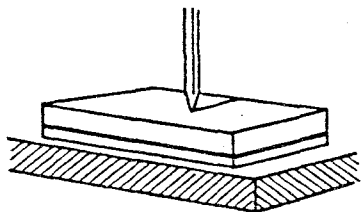
2. - Skla lepená.

Použití vrstvených skel přispívá ke zvýšené bezpečnosti proti vloupání, snižuje riziko poškození majetku nebo poranění osob úlomky skla, neboť ty při destrukci ulpí na plastové fólii. Dále pak přispívá ke zvýšení útlumu hluku. Vrstvená skla nemusí být vždy ječirá. Použití barevných fólií průhledných i neprůhledných, rovněž tak skel barevných nebo reflexních nabízí širokou paletu použití.

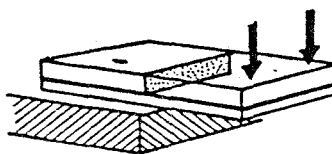
Pro výrobu standartních lepených skel se používá polyvinylbutyrátová fólie (PVB) tl. 0,38 mm nebo pro neprůstřelná skla rovněž v kombinaci s polycarbonátovou fólií (PC). Pro zlepšení akustického účinku je možno použít dvojnásobně spojenou fólii v celkové tloušťce 0,76 mm. Lepená skla jsou tepelně 5 x odolnější než skla normální - odolávají krátkodobě až do 150 - 210°C, dlouhodobě je možno vystavit lepená skla teplotě + 90°C.

Technologie výroby spočívá ve vložení připravené podchlazené fólie mezi dvě skleněné desky. Povrch surové fólie je drážkovan, aby byl zajištěn dokonalý odvod vzduchu z meziprostoru mezi fóliemi. Nejprve dojde k vytlačení vzduchu za teploty 90 °C pomocí pryžových válců, pak přecházejí desky do temperované pece (autoklávu), kde při teplotě 150 °C a tlaku 10 kp/cm² po dobu 35 - 60 min. dochází k dokonalému spojení skleněných tabulí.

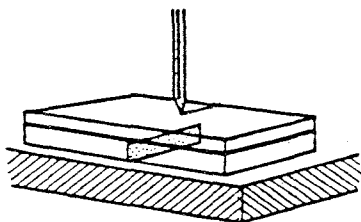
Způsob řezání lepeného skla:



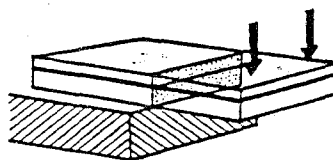
1.
Nejprve provedeme řez diamantem na jedné straně



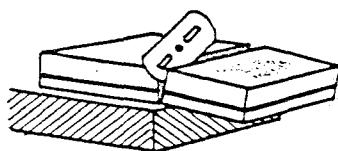
2.
Mírným tlakem vytvoříme jednostrannou prasklinu



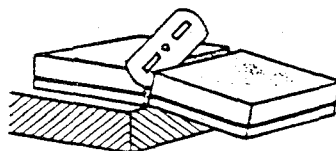
3.
Na protilehlé tabuli provedeme zrcadlový řez diamantem



4.
Mírným tlakem vytvoříme oboustrannou prasklinu



5.
Pomocí žiletky či sklapelu dokončíme oddělení obou částí lepeného skla



6.

Modernější způsob řezání lepených skel - je řezáno pomocí vodního vysokotlakého paprsku.

3. - Skla s drátěnou vložkou

Mezi bezpečnostní skla patří také skla s drátěnou vložkou, která rovněž brání při destrukci skleněné tabule rozpadu a odpa-
dávání částí skla.

Dále pak skla s drátěnou vložkou můžeme zařadit jako skla protipožární s odolností proti prostupu požáru 15 minut. Sklo ve

styku s požárem popraská, ale nerozsype se. Brání přitom přímému prostupu plamenů a kouřových zplodin po dobu 15 minut. Prostup zvýšené teploty vlivem požáru ovšem sklem s drátěnou vložkou je možný.

4. - Protipožární skla.

Protipožární skla patří do skupiny skel lepených. Na rozdíl od klasických lepených skel je zde po spojení jednotlivých skleněných tabulí použita fólie, která při překročení teploty povrchu $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ přestane být transparentní - získá mléčný zákal a napění se. Tímto způsobem se vytvoří přehrada pro prostup tepla z požáru. Podle počtu speciálních napěňovacích fólií se vyrábějí skla s požární odolností 30 nebo 90 minut. Teplota povrchu skla odvráceného od strany požáru zůstává max $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ vysoká.

1.1.1.3.2 Vzduchová propustnost oken

Okno se jeví z hlediska vzduchové propustnosti jako odpor vůči proudění vzduchu budovou. Tento odpor má svoji charakteristiku, která není lineární a je závislá na hodnotě součinitele spárové průvzdušnosti "i" ($\text{m}^3\text{ s}^{-1}/\text{mPa}^{0,67}$) a délce spár otvíratelných částí oken a venkovních dveří l (m).

Vzduchovou propustností okna rozumíme množství vzduchu v m^3 , které pronikne spárami mezi křídlem a rámem za 1 sekundu při tlakovém rozdílu vzduchu na vnější a vnitřní straně okna 1 Pa. Toto množství vzduchu je dáno vztahem

$$V = \Sigma (i \cdot l) \quad (1.1.6)$$

kde i = součinitel průvzdušnosti spár oken a dveří ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}/\text{mPa}^{0,67}$)
 l = délka spár otvíratelných částí oken a venkovních dveří (m)

Součinitel spárové průvzdušnosti "i" se vypočítává z experimentálně zjištěného množství vzduchu proniklého spárami okna.

Výpočtové hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti i_{LVp} vnitřních a vnějších okenních a dveřních konstrukcí se stanoví ze vztahu:

$$i_{LVp} = i_{LVn} \quad (1.1.7)$$

kde i_{LVn} je normová hodnota spárové průvzdušnosti a stanoví se z tab.č. 1.1.2 - Normové součinitele spárové průvzdušnosti.

Tepelná ztráta vzduchovou propustností oken Q_v (W) činí cca 10 - 35 % veškerých ztrát tepelných budovy a počítá se z rovnice

$$Q_v = c \cdot \sum (i \cdot l) \cdot B \cdot M (t_i - t_e), \text{ kde} \quad (1.1.8)$$

$c = 1300 \text{ J m}^{-3} \text{ K}^{-1}$ je měrné teplo vzduchu při teplotě 0°C , tj. přibližně při střední teplotě $t = 0,5 (t_i + t_e)$,

B = charakteristické číslo budovy ($\text{Pa}^{0,67}$), viz ČSN 06 0210 čl. 21,

M = charakteristické číslo místnosti (-), viz ČSN 06 0210 čl. 23,

$t_i - t_e$ = výpočtový rozdíl teplot ($^\circ \text{C}$).

Spárová průvzdušnost styků a spár otvorových výplní v konstrukcích tvořících místnost vyhovuje, jestliže pro přirozenou infiltraci stanovená intenzita výměny vzduchu „ n “, v h^{-1} , splňuje podmínku

$$n \leq n_N \quad (1.1.9)$$

kde n_N je požadovaná intenzita výměny vzduchu v h^{-1}

$n_N = 0,50 \text{ h}^{-1}$ pro obytné místnosti obytných budov;

$n_N = 0,35 \text{ h}^{-1}$ pro občanské budovy a ostatní místnosti obytných budov;

$n_N = 0,25 \text{ h}^{-1}$ pro ostatní budovy;

pokud hygienické předpisy a technologické podmínky nepožadují hodnoty přirozené infiltrace vyšší.

$$n = \frac{3\,600 \cdot \sum (i \cdot l) \cdot B \cdot M}{V_m} (\text{h}^{-1}) \quad (1.1.10)$$

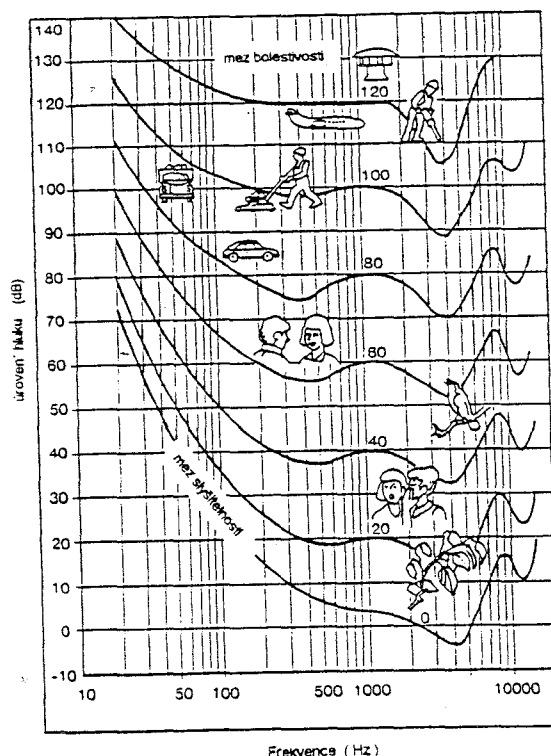
kde V_m je objem místnosti v m^3 .

1.1.1.4 Zvuková ochrana

Požadavky na zvukovou ochranu u oken a dveří vycházejí z nezbytného nároku na akustické oddělení chráněných prostorů. K dosažení potřebné zvukové izolace chráněných prostorů je třeba obklopit je stavebními konstrukcemi o dostatečné vzduchové a kročejové neprůzvučnosti. Výplně otvorů, tj. okna a dveře, musí být konstruovány tak, aby hladiny hluku pronikající přes tyto dílce do chráněných místností nepřesáhly nejvýše přípustné hodnoty hygienických požadavků.

Nezbytným předpokladem pro zajištění hygienických požadavků na nejvýše přípustné hodnoty hluku v místnostech budov je zabezpečení normativních požadavků na neprůzvučnost stavebních konstrukcí mezi místnostmi v budovách a normativních požadavků na neprůzvučnost obvodového pláště a jeho částí. Pokud není stanoveno technickou normou jinak, prokazují dodržení normativních požadavků na neprůzvučnost zkušební laboratoře (ČSN EN 45 001) měřeními (dle ČSN 73 0513-14, 15, 17) a vyhodnocením (dle ČSN ISO 717-1 až 3) a výsledné jednočíselné hodnoty (indexy) se porovnají s hodnotami uvedenými v ČSN 73 0532 Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách - Požadované hodnoty.

Úroveň hlukového namáhání, kterému jsou konstrukce otvorových výplní vystaveny, je naznačeno na následujícím obrázku (obr. 1.1.26):



Obr. 1.1.26 Grafické vyjádření hladin akustického tlaku

1.1.1.4.1 Vzduchová neprůzvučnost oken jako částí obvodových plášťů budov

Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov jsou uvedeny v následující tab. (ČSN 73 0532).

pro dobu h	Požadovaná neprůzvučnost obvodového pláště R'_w , dB při venkovním hluku L_{Aeq} , dB							
	do 50	50	55	60	65	70	75	80
1. Ložnice a obytné místnosti bytů, hotelů, penzionů, dětských zařízení, apod.								
22.00-6.00	28	28	33	38	43	48	-	-
06.00-22.00	28	28	28	28	33	38	43	48
2. Lůžkové pokoje v nemocnicích a sanatoriích, specializované vyšetřovny, operační sály								
22.00-06.00	28	28	33	38	43	48	-	-
06.00-22.00	28	28	28	33	38	43	48	-
3. Lékařské ordinace, učebny a posluchárny, čítárny knihoven, pracovny								
06.00-22.00	28	28	28	28	33	38	43	48
4. Společenské místnosti hotelů, penzionů, kanceláře								
06.00-22.00	-	-	28	28	28	33	38	43
5. Restaurace								
06.00-22.00	-	-	-	-	23	28	33	38

Tab. 1.1.5 Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov

kde značí:

R'_w = min hodnotu indexu stavební (zdánlivé) vzduchové neprůzvučnosti v závislosti na venkovním hluku, vyjádřeném ekvivalentní hladinou akustického tlaku L_{Aeq} (přípustná je interpolace).

Vzduchová neprůzvučnost oken, dílců a částí obvodového pláště se vyjadřuje indexy laboratorní vzduchové neprůzvučnosti R_w , které jsou uvedeny v následující tab. (ČSN 73 0532).

Třída (TZI)	R_w (dB)
0	≤ 24
1	25 - 29
2	30 - 34
3	35 - 39
4	40 - 44
5	45 - 49
6	≥ 50

Tab. 1.1.6 Třídy zvukově izolační jakosti oken

kde:

TZI = třídy zvukově izolační jakosti oken dle ČSN ISO 8402.

Jestliže plocha oken zaujímá větší plochu než 50 % celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, odpovídá požadovaný index laboratorní vzduchové neprůzvučnosti okna R_w hodnotě uvedené v tab. požadavků na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov. Jestliže plocha oken představuje hodnotu 35 % - 50 % celkové plochy obvodové stěny v místnosti je požadovaný index laboratorní vzduchové neprůzvučnosti okna R_w o 3 dB nižší nežli hodnota v tab. požadavků na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov a pro okna o ploše menší nežli 35 % celkové plochy vnější stěny místnosti je požadovaný index laboratorní vzduchové neprůzvučnosti o 5 dB nižší nežli hodnota v tab. požadavků na obvodové pláště budov.

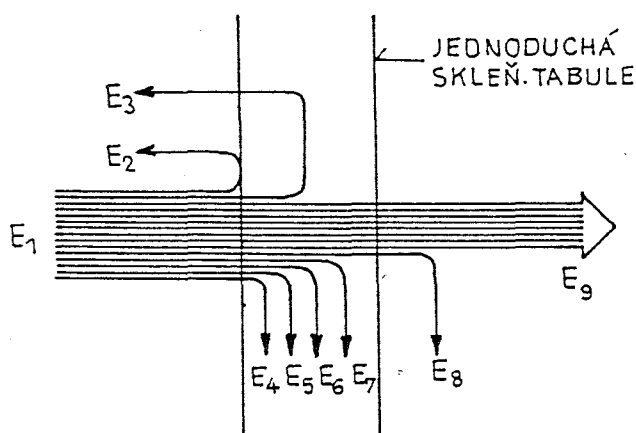
Za plochu okna se považuje plocha okenního otvoru vyplývající z jeho skladebných rozměrů uvedených v prováděcích stavebních výkresech.

1.1.1.4.2 Neprůzvučnost skleněných výplní

Neprůzvučnost tuhé skleněné výplně závisí jen velmi málo na její velikosti a způsobu uložení. Je-li skleněná výplň složena z několika tabulí o různé hmotnosti a různé ohybové tuhosti a vnitřního útlumu, izoluje zvukově lépe než celistvá výplň o stejné hmotnosti. Je však zapotřebí, aby se střídaly vrstvy zvukově tvrdé s vrstvami zvukově měkkými. Tento požadavek je však těžko splnitelný u skleněné výplně s předpokladem téměř dokonalé průhlednosti.

U skleněné výplně tvořící součást okenní konstrukce se též uplatňují ztráty vstupem a výstupem i přenosem zvukových vln prvky okenních rámu a profilů okenních křídel, do kterých je skleněná výplň zasazena.

Z vnějšího prostředí, ve kterém působí zdroj hluku, dopadá zvuková energie (zvuková vlna šířící se vzduchem) intenzity E_1 na tvrdý a hladký povrch skleněné výplně. Část dopadající energie E_2 se odrazí od tohoto povrchu a vrací se do vnějšího prostředí. Nárazem zvukové vlny na povrch skla se rozkmitá pružná skleněná tabule; přitom se vysílá určitá zvuková energie E_3 zpět do vnějšího prostředí a část energie E_4 se ztrácí. Další ztráta E_5 nastává nashromážděnou kmitavou energií a přenáší se do nosného rámu E_6 a dále přeměnou v deformační práci ve skle samotném E_7 . Na druhé ploše tabule se zmenšuje prošlá zvuková energie ještě výstupní ztrátou E_8 do té míry, že do místnosti přechází již redukovaná energie zvuku o výkonu E_9 (viz obr. 1.1.27).



Obr. 1.1.27 Schéma prostupu zvuku zasklenou plošnou výplní

E_1 - dopadající zvuková energie; E_2 - odražená zvuková energie; E_3 - zvuková energie vrácená zpět vlivem rozkmitání výplně; E_4 - vstupní přenos; E_5 - nashromážděná energie kmitová; E_6 - odvedená kmitová energie do obvodového rámu; E_7 - přeměna energie v deformační práci ve skle; E_8 - výstupní přenos; E_9 - redukovaná zvuková energie.

Neprůzvučnost jednoduché a neprodyšné zasklené výplně závisí mimo jiné především na její plošné hmotnosti a v dB lze ji vyjádřit středním stupněm vzduchové neprůzvučnosti \bar{R} , který se určuje aritmetickým průměrem z 16ti dílčích stupňů neprůzvučnosti R_i (kmitočtová pásma o šířce 1/3 oktávy).

$$\bar{R} = 1/16 R_i; \quad (1.1.11)$$

$$R_i = (R_1 + R_2 + \dots + R_{16}) \quad (1.1.12)$$

Střední stupeň neprůzvučnosti se stanoví podle empirického vzorce

$$\bar{R} = 15 \log m' + 10 \text{ (dB)}, \quad (1.11.13)$$

kde m' je hmotnost skleněné výplně v kg/m^2 .

Dvojitá zasklená výplň se chová jako výplň jednoduchá o plošné hmotnosti rovnající se součtu plošných hmotností obou skleněných tabulí ($m'_1 + m'_2$). Vliv šířky vzduchové mezery včetně zhoršujících vlivů akustických vazeb mezi oběma skleněnými tabulemi a vliv úpravy bočních stěn se rovná přírůstku neprůzvučnosti ΔR v dB (průměrná hodnota neprůzvučnosti vyplývající z praktického měření). Tento přírůstek je uveden v tab. 1.1.8. Střední stupeň vzduchové neprůzvučnosti dvojitě zasklené výplně se vzduchovou mezerou lze určit podle empirického vztahu

$$\bar{R} = 15 \log (m'_1 + m'_2) + \Delta R + 10 \text{ (dB)} \quad (1.1.14)$$

kde ($m'_1 + m'_2$) je součet plošných hmotností obou skleněných tabulí v kg/m^2 .

Šířka vzduch. mezery (v m) d	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,20
Přírůstek (v dB) neprůzvučnosti ΔR	0	2	3,5	4,5	5,5	6,5	7	7	7,5	8

Tab. 1.1.7 Přírůstek neprůzvučnosti v závislosti na šířce vzduchové vrstvy

Výplň z dvojskla nepřináší podstatné zlepšení neprůzvučnosti ve srovnání se stejně těžkou jednoduchou výplní (zejména při velmi malé šířce vzduchové mezery), neboť vzduch mezi skleněnými tabulemi vlivem vysoké akustické tuhosti, a tím i silné akustické vazby nutí obě dílčí skleněné tabule ke konfáznímu kmitání.

U výplně z dvojskla s malou vzdáleností skleněných tabulí se uvádějí výplně do rezonančního kmitočtu v oblasti 100 - 200 Hz.

Pro stanovení rezonančního kmitočtu f_r , pro který je rozhodující hmotnost skleněných tabulí, šířka vzduchové mezery a způsob provedení okrajů, platí pro speciálně neupravené okraje vztah

$$f_r = \frac{1000}{\sqrt{m' d}} \quad (\text{Hz}) \quad (1.1.15)$$

kde $m' = m'_1 + m'_2$ je plošná hmotnost skleněných tabulí v kg/m^2 ,

d - šířka vzduchové mezery mezi skly v cm.

Pro zasklené jednotky, které jsou upraveny v okrajových spojih přidavnou pohltivostí, platí vztah

$$f_r = \frac{800}{\sqrt{m'd}} \quad (\text{Hz}) \quad (1.1.16)$$

Vyloučením rezonančního kmitočtu tím, že f_r nesmí překročit 100 Hz, obdržíme šířku vzduchové mezery "d" v závislosti na hmotnosti m' zasklené jednotky bez okrajového útlumu podle odvozeného vzorce

$$d = \frac{100}{m'} \quad (\text{cm}) \quad (1.1.17)$$

u zasklené jednotky s okrajovým útlumem

$$d = \frac{85}{m'} \quad (\text{cm}) \quad (1.1.18)$$

Použije-li se pro dvojité zasklenou jednotku s okrajovým útlumem skleněných tabulí o různých tloušťkách, zjistíme hodnotu f_r ze vztahu:

$$f_r = \frac{1000}{\sqrt{d}} \cdot \sqrt{\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2}} \quad (\text{Hz}) \quad (1.1.19)$$

kde d je šířka vzduchové vrstvy v cm,
 m'_1 a m'_2 jsou hmotnosti skleněných tabulí v kg/m^2 .

Činitelé ovlivňující neprůzvučnost okenních konstrukcí

Při navrhování konstrukce okna a konstrukce složené výplně, která má zajistit pohodu z hlediska zvukového vjemu, jsou rozhodující tyto činitelé:

1.1.1.4.3 Vzdálenost skleněných tabulí

Je-li šířka vzduchového polštáře jen 6,3 mm a menší, není účinnost dvojitého zasklení, popřípadě i dvojskla větší než účinek jednoduchého zasklení o hmotnosti skleněné tabule rovnající se součtu hmotností obou tabulí. Při šířce vzduchového polštáře 25 mm je možné očekávat zvýšení neprůzvučnosti o 2 až 3 dB. Největší účinnost lze dosáhnout při vzdálenosti skleněných tabulí 100 - 200 mm.

1.1.1.4.4 Rozdílná hmotnost skleněných tabulí a jejich vzájemná poloha

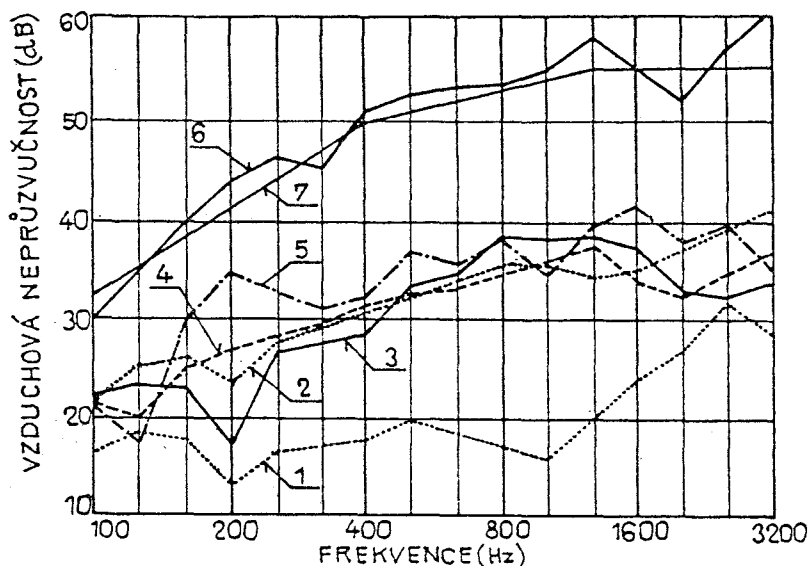
Zdvojením hmotnosti u skleněné výplně se stupeň neprůzvučnosti zvyšuje přibližně o 4 - 6 dB. Uvažujeme-li v obvodovém plášti zasklenou výplň jako jednotku složenou z několika skleněných tabulí (tzv. násobná konstrukce), musíme mít na zřeteli, že podstatný vliv na vzduchovou neprůzvučnost má plošná hmotnost nejlehčí skleněné tabule, vzdálenost mezi jednotlivými tabulemi a provedení spoje skleněných tabulí na jejich okrajích. Složená jednotka představuje sériovou útlumovou soustavu, která zadržuje vysoké kmitočty tím více, čím větší je počet útlumových dílčích skleněných tabulí.

Jednoduché zasklení		Dvojitě zasklení			
Tloušťka skla (mm)	Stř. stupeň vzduch. neprůzv. \bar{R} (dB)	Tloušťka skla (mm)	Vzduchová mezera (mm)	Tloušťka skla (mm)	\bar{R} (dB)
3	26	4,0	6,5	4,0	27
6,5	30	8,0	12,0	8,0	28
12,0	33	4,0	12,0	12,0	32
15	35	5,5	100,0	5,5	38

Tab.15.1.8 Neprůzvučnost skleněných výplní

1.1.1.4.5 Neprůzvučnost okenních konstrukcí

Rozdíl mezi jednoduchými okny s těsněním nebo jednoduchým tzv. pevným zasklením ($\bar{R} = 25 - 30$ dB) a běžnými otevíravými dvojitými okny se stejným sklem ($\bar{R} = 30 - 35$ dB) není tak veliký, jak bychom očekávali. Pro porovnání nám může posloužit následující obrázek s vyjádřením neprůzvučnosti různě uspořádaných okenních konstrukcí.



Obr. 1.1.28 Neprůzvučnost různých typů okenních konstrukcí

1 - jednoduché okno bez těsnění, tl. skla 9,1 mm ($\bar{R} = 20,5$ dB); 2 - jednoduché okno s těsněním, tl. skla 9,1 mm ($\bar{R} = 30,9$ dB); 3 - okno s izolačním sklem, tl. skel 7 a 13 mm, vzduch. mezera 13 mm ($\bar{R} = 30,8$ dB); 4 - jednoduché okno, tl. skla 7,1 mm, ($\bar{R} = 30,6$ dB); 5 - dvojitě okno, tl. skel 7,1 a 5,6 mm, vzdálenost skel 280 mm ($\bar{R} = 34,3$ dB); 6 - dvojitě okno 7,1 + 240 + 6,3 mm ($\bar{R} = 49,8$ dB); 7 - směrná křivka neprůzvučnosti podle DIN 4109, resp. ISO 717-1, ČSN ISO Z17-1.

1.1.1.5 Ochrana proti pronikání srážkové vody

Funkčními spárami otvíravých oken tj. spárami mezi okenními rámy a křídly nesmí pronikat srážková voda. Funkční spáry oken musí být upraveny tak, aby proniklá srážková voda do prostoru spáry byla odváděna na vnější stranu okna (ČSN 74 6210).

Spárami zasklívacích systémů tj. spárami mezi skleněnými výplněmi a okenními profily nesmí pronikat na vnitřní stranu oken srážková voda. Spáry zasklívacích systémů musí být upraveny tak, aby všechna srážková voda, případně proniklá do prostoru spáry (mezi skleněnou výplní a okenní profil), mohla odtéci na vnější stranu okna.

1.1.1.6 Přenášení zatížení

Zatížení působící na okenní konstrukce můžeme rozdělit na:

- zatížení působící kolmo nebo šikmo na rovinu skleněné výplně,
- zatížení působící v rovině skleněné výplně,
- zatížení termické,
- zatížení působící v důsledku nestálosti objemu použitého materiálu,

e) zatížení následkem nesprávného zabudování okenní konstrukce do stavby.

1.1.1.6.1 Zatížení působící kolmo nebo šikmo na rovinu skleněné výplně

Tímto zatížením je namáhána skleněná výplň ohybem. Velikost zatížení udává ČSN 73 0035 "Zatížení stavebních konstrukcí" kap. V. Klimatická zatížení - B. Zatížení větrem.

Návrh tloušťky běžných skleněných tabulí (do velikosti 8,20 m²) se provádí v závislosti na velikosti a tvaru zasklivačního otvoru podle ČSN 73 3440 "Sklenářské práce stavební", 1957. Tloušťka taženého plochého skla při zasklení obdélníkové plochy v poměru 1 : 1,5 činí do

0,60 m ²	2 mm
1,40 m ²	3 mm
2,40 m ²	4 mm
3,90 m ²	5 mm
5,50 m ²	6 mm
8,20 m ²	7 mm

Zatížení osamělými břemeny působícími kolmo nebo šikmo k rovině skleněné výplně na okenní křídlo je ve vzájemné souvislosti s tuhostí profilů a kováním oken včetně ovládacích zařízení. Posuzování okenních konstrukcí z tohoto hlediska je předmětem hodnocení ve zkušebnách.

Výpočet tloušťky skleněných výplní podle belgické normy C.S.T.C. (Centre scientifique et technique de la Construction) je založen na vzorci Timoshenkově. Je závislý na plošné velikosti, tvaru, způsobu uložení a velikosti tlaku (sání) větru.

Tloušťka skleněné výplně se vypočítá ze vztahu

$$h = a \cdot \beta \sqrt{\frac{Q \cdot \mu}{\sigma}} \quad (1.1.20)$$

kde h je tloušťka skleněné tabule v m,

a - kratší rozměr skleněné tabule v m,

β - součinitel tvaru skleněné tabule, způsobu uložení a počtu podepřených stran a funkce vztahu b/a,

μ - míra bezpečnosti proti zlomu:

u obyčejného skla = 2,5 - (3),

u tvrzeného skla = 4,

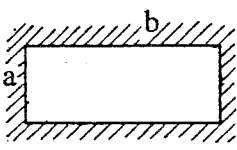
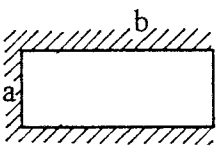
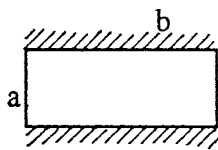
σ - napětí skla na mezi pevnosti:

u obyčejného skla = 30 - 42 MPa,

u tvrzeného skla = 200 MPa,

Q - celkové namáhání na jednotku povrchu v MPa.

Tab. 1.1.10 Součinitelé tvaru, způsobu uložení a podepření skleněné výplně v závislosti na poměru stran b/a

	ze 4 stran	podepřená ze 3 stran	ze 2 stran
$\frac{b}{a}$	 β_1	 β_2	 β_3
1/2	-	0,600	
2/3	-	0,706	
1/1,4	-	0,727	
1/1,3	-	0,751	
1/1,2	-	0,775	
1/1,1	-	0,801	
1	0,536	0,820	
1,1	0,576	0,838	0,866
1,2	0,6123	0,852	ve všech případech
1,3	0,645	0,863	
1,4	0,6733	0,870	
1,5	0,698	0,876	
1,6	0,719	0,879	
1,7	0,738	0,882	
1,8	0,755	0,8847	
1,9	0,770	0,8874	
2,0	0,781	0,890	
3,0	0,845	0,893	
5,0	0,864	0,893	
∞	0,865	0,893	

1.1.1.6.2 Zatížení termické

Toto zatížení je důsledkem objemových změn od teplotních rozdílů, kterým jsou okenní konstrukce vystaveny. Vhodným uspořádáním konstrukcí oken můžeme těmto tepelným namáháním zabránit. Jedná se především o umožnění volných dilatací ve sparách oken či jednotlivých okenních dílců. Velikost těchto dilatací je odvislá od součinitelů tepelné roztažnosti použitých materiálů a od tepelných rozdílů, kterým jsou okna vystavena.

Tak např. u okenních konstrukcí ze slitin Al v přirozeném odstínu je třeba uvažovat tepelný rozdíl $\Delta t = 110^\circ \text{C}$. Stejný tepelný rozdíl je také u dřev. oken s tmavými nátěry. Pro srovnání uvádím tepelný rozdíl u fasádních dílců betonových v přirozeném odstínu, kde se uvažuje $\Delta t = 70^\circ \text{C}$. Dále jsou uvedeny v následující tabulce součinitele tepelné roztažnosti a tepel. vodivosti nejpoužívanějších materiálů na okenní konstrukce.

Materiál	součinitelé tepel. roztlačnosti α	součinitelé tepel. vodivosti λ ($\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$)
Dřevo měkké	$5 \cdot 10^{-6}$	0,17 - 0,43
Ocel	$12 \cdot 10^{-6}$	58,00
Al	$23 \cdot 10^{-6}$	204,00
Fenoplast	$20 \cdot 10^{-6}$	
Sklo čiré	$8 \cdot 10^{-6}$	0,76

Tab 1.1.11. Součinitelé tepel. roztažnosti a tepel. vodivosti nejpoužívanějších materiálů (ČSN 73 0542)

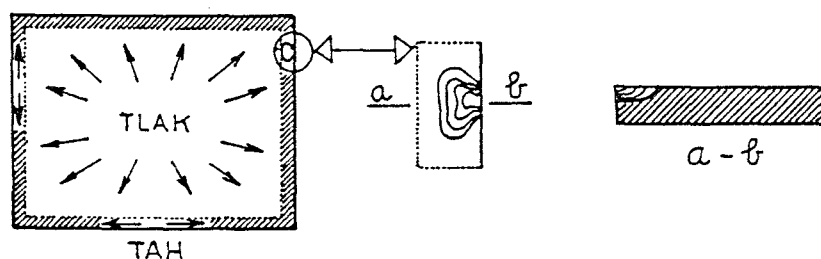
U okenních dílců ze slitin Al je třeba počítat při šířce dílce 1 m a teplotním rozdílu 110°C s volnou dilatací

$$\Delta l = 1000 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot 110 = 2,53 \text{ mm}$$

Tepelnému namáhání jsou též vystaveny samotné skleněné výplně, a to jednak vlivem částečného zastínění slunečního záření v souvislosti se způsobem uložení skel po obvodě a jednak vlivem rozdílných teplot na vnitřním a vnějším povrchu skel.

1.1.1.6.2.2 Tepelné namáhání vlivem částečného zastínění

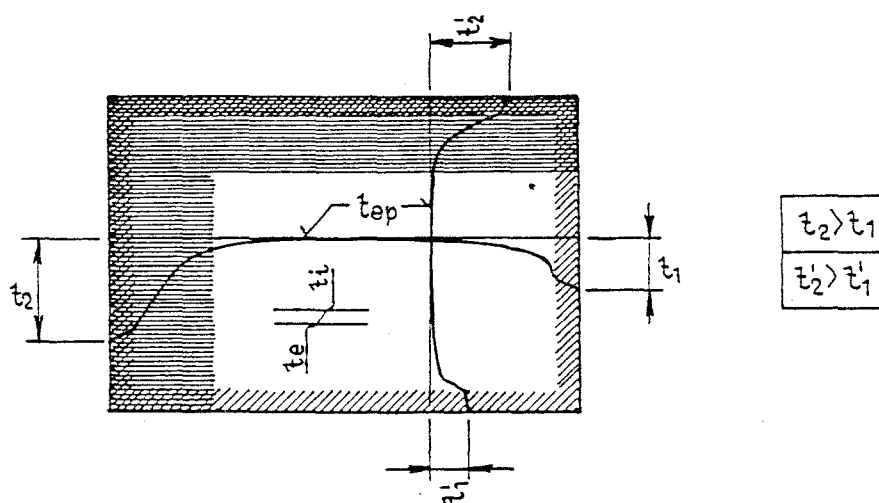
K tepelnému namáhání skleněných výplní vlivem uložení skel po obvodě dochází tím, že vlivem zvýšené teploty v ozářené části sklen. tabule vzniknou v ní síly, které postupují od středu k okrajům (obr. 1.1.29).



Obr. 1.1.29 Napětí ve skleněné výplni vlivem slun. ozáření při zakrytých okrajích a znázornění poškození skel na okrajích (a-b).

Studené okraje se snaží zabránit roztažení sklen. tabule po obvodě a tak vznikne v tomto pásmu (po obvodě) skla namáhání v tahu. Sklo je však proti namáhání v tahu málo odolné.

V případech kdy dochází k rozdílu teplot kombinací zakrytí skleněných tabulí v uložení a následkem jejich částečného zastínění u jižně orientovaných fasád výrazně horizontálně členitých, může vznikat velmi nepříznivé namáhání tahem na hranách skel po obvodě (obr. 15.1.30).



Obr. 1.1.30 Vliv částečného zastínění sklen. výplně na rozložení teplot po její ploše

V případě, že okraje skel jsou nějakým způsobem ještě navíc poškozené (otěry, odloupnutí - lasturkami, odštěpky, zaostřenými hranami), projevuje se mezní namáhání právě v těchto místech a dochází k poruchám (popraskání) skleněných výplní.

K hloubce uložení skel po obvodě lze říci, že čím menší je zakrytí okrajů sklen. výplní, tím menší jsou rozdíly teplot ve skle a tedy i tepelné namáhání skla. Limitující hloubka uložení je dána rozměry sklen. výplní. Hloubku uložení volit tak, aby při max. průhybu ($\max. y = 1/300 l$) nedošlo k uvolnění skla v otvoru. Kromě toho je žádoucí, aby uložení bylo pružné (umožnilo velkou dilataci skla), a aby umožňovalo rovnoměrnější prohřívání sklen. tabulí i po obvodě. Je-li opěrná část vyrobena z málo vodivého a nepohltivého materiálu a vystupuje-li značně před plochu sklen. tabule, je teplota tohoto materiálu získaná vlivem ozáření sluncem předávána zakrytým částem (okrajům) velmi nerovnoměrně a pomalu. Také proto jsou značné rozdíly mezi teplotami přímo ozářené a stíněné části skleněné výplně.

Reálnost nebezpečí praskání sklen. tabulí následkem tepelného namáhání vlivem zastínění vyplývá z výpočtu napětí:

$$\sigma = \alpha \cdot \Delta t \cdot E \quad (1.1.21)$$

kde α je součinitel roztažnosti skla ($8 \cdot 10^{-6}$),
 Δt - uvažovaný rozdíl teplot ($^{\circ}\text{C}$),
 E - modul pružnosti skla ($75\,000\text{ MPa}$).

$$\text{Potom } \sigma = 8 \cdot 10^{-6} \cdot 25 \cdot 75\,000 = 15\text{ MPa} \quad (1.1.22)$$

Při doporučené 2,5 - 3 násobné míře bezpečnosti vůči zlomu u obyčejných čirých skel a uvažovaném napětí na mezní pevnosti těchto skel $\sigma_m = 30\text{ MPa}$, je dovolené napětí:

$$\sigma_d = \frac{\sigma_m}{2,5} = \frac{30}{2,5} = 12\text{ MPa} < 15\text{ MPa} \quad (1.1.23)$$

1.1.1.6.2.3 Tepelné namáhání vlivem rozdílných teplot na vnitřním a vnějším povrchu skel

Tepelné namáhání vlivem rozdílu teplot vnitřního a vnějšího vzduchu není tak nebezpečné neboť narůstání rozdílu povrchových teplot je vždy pomalejší a vyrovnanější. Také celkový rozdíl těchto teplot je vždy, oproti tepelnému namáhání vlivem částečného zastínění, menší.

Vycházíme-li z předpokladu, že oba povrchy skleněné výplně mají delší dobu stejný rozdíl $t_{si} > t_{se}$, zjistíme napětí na vnitřním a vnějším povrchu skleněné výplně (na vnitřním povrchu tah, na vnějším tlak) ze vztahu:

$$\sigma = \pm \frac{1}{2} \cdot \frac{E \cdot \alpha}{1 - c} (t_{si} - t_{se}) \quad (1.1.24)$$

kde α je součinitel roztažnosti skla ($8 \cdot 10^{-6}$),

c - Poissonova konstanta (0,25),

E - modul pružnosti skla (75 000 MPa),

t_{si} , t_{se} - vnitřní a vnější povrchové teploty sklen. výplně.

Jako příklad nám poslouží skleněné výplně z čirého skla o tl. 12 mm. Rozdíl mezi teplotami vnitřního a vnějšího vzduchu můžeme uvažovat 60° C. Rozdíl mezi povrchovými teplotami skleněné výplně pak bude cca 6° C. Hodnota povrchových napětí potom vychází:

$$\sigma = \pm \frac{1}{2} \cdot \frac{75\,000 \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{1 - 0,25} \cdot 6 = 2,4 \text{ MPa} \quad (1.1.25)$$

Bude-li použito čirého skla o dovoleném napětí $\sigma_m = 12 \text{ MPa}$ můžeme tuto sklen. výplň zatěžovat (větrem nebo zastíněním některých částí skleněných výplní) do přípustné meze namáhání $12 - 2,4 = 9,6 \text{ MPa}$.

1.1.1.6.3 Zatížení následkem nestálosti objemu použitého materiálu od působení vlhkosti

Tento typ zatížení přichází v úvahu jen tam, kde bylo použito na okenní konstrukce dřevo. Vyplyvá z jedné ze základních vlastností dřeva tj. z jeho hygroskopičnosti. Stálá tendence vyrovnávat množství obsažené vlhkosti s vlhkostí prostředí, ve kterém se dřevo nachází, způsobuje namáhání jednak ve hmotě dřeva (rozdílné bobtnání a sesychání dřeva ve směru vláken a zejména kolmo k nim) a jednak v rohových spojkách.

Změny tvaru (profilů okenních vlysů a geometrie oken) mají za následek změny ve stlačení těsnících profilů. V důsledku toho se okno stává méně těsným a může dojít i k zvětšení zatékavosti nad přípustnou míru.

Těmto namáháním je zapotřebí čelit použitím vhodného materiálu (zdravého, suchého), vhodnou ochranou (impregnací s povrchovou úpravou) a správnou geometrií spar.

1.1.1.6.4 Zatížení následkem nesprávného zabudování okenní konstrukce do stavby

Toto zatížení okenních konstrukcí je třeba vyloučit. Jedná se především o průhyby nadpraží okenních otvorů větších rozměrů či prosklených stěn (zejména u posledních podlaží následkem zatížení sněhem). Dále pak o tzv. boulení nesprávně osazených silikátových parapetních dílců u panelových staveb (u pásových oken).

V případě průhybů nadpraží je zapotřebí volit takový způsob osazení, který eliminuje tento předem stanovaný průhyb (trvalý i pružný).

V případě nežádoucích deformací parapetních dílců, je třeba volit správný způsob jejich osazení (dilatační spoje), aby nedocházelo k boulení parapetních dílců následkem tepelného zatížení.

1.1.1.7 Orosování skleněných výplní

K orosování skleněných výplní dochází, klesne-li jejich vnitřní povrchová teplota pod hodnotu teploty rosného bodu (t_w). Rosný bod je stav, který nastává při 100 % nasycení vzduchu vodními parami a začíná kondenzace vodních par ze vzduchu. K určení hodnoty teploty rosného bodu musíme znát:

- a) teplotu vnitřního vzduchu t_i ($^{\circ}\text{C}$),
- b) relativní vlhkost vnitřního vzduchu Φ_i (%).

Relativní vlhkost vzduchu Φ_i je dána vztahem

$$\Phi = \frac{m}{M} 100 \quad (\%) \quad (1.1.26)$$

kde m je skutečné množství vodních par obsažených v 1 m^3 vzduchu

M - množství vodních par, kterými by byl vzduch nasycen.

Hodnoty teplot rosných bodů ($^{\circ}\text{C}$) uvádí ČSN 73 0540.

Abychom mohli zodpovědět otázku zdali za určitého klimatického stavu vnitřního prostředí bude docházet i k orosování sklen. výplní, musíme znát, kromě teploty rosného bodu, jejich vnitřní povrchovou teplotu.

Vnitřní povrch. teplotu obecně všech vnějších stavebních konstrukcích a tedy i skleněných výplní můžeme zjistit početně nebo graficky. Početně ze vztahu

$$t_{si} = t_i - \frac{k(t_i - t_e)}{\alpha_i} \quad (1.1.27)$$

kde " k " je součinitel prostupu tepla ($\text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}$),

α_i - vnitřní součinitel přestupu tepla ($\text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}$),

t_i a t_e - vnitřní a vnější teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$),

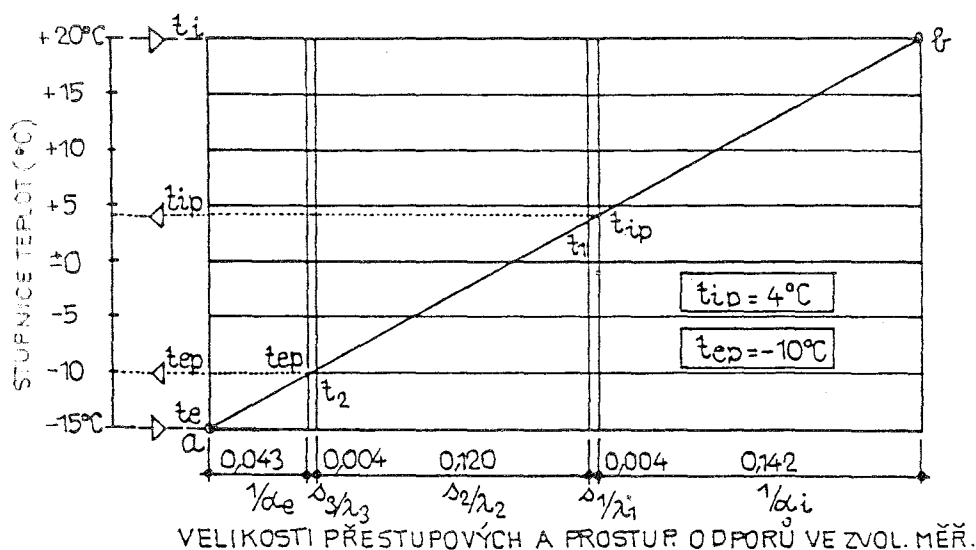
$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad (1.1.28)$$

kde s je tloušťka sklen. tabulí a příp. vzduch. dutin (m),

λ - součinitel tepelné vodivosti jednotliv. částí sklen. výplně ($\text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}$),

Při grafickém stanovení průběhu teplot (teplotní čáry) na příklad u skleněné výplně z izolačního skla (dvojskla se vzduchovou dutinou), je postup následující (obr. 1.1.31):

V grafu v urč. měřítku (např. $0,004 \text{ m}^2 \text{KW}^{-1} = 1 \text{ mm}$) vyneseme vodorovně přestupové ($1/\alpha$) a prostupové (s/λ) odpory jednotlivých vrstev v pořadí zleva doprava a sice: $1/\alpha_e$, s_3/λ_3 (vnější sklo), $s_2/\lambda_{\text{vzd.ekv.}}$ (vzduch. dutina), s_1/λ_1 (vnitřní sklo) a $1/\alpha_i$. Svisle vyjádříme stupnici teplot (např. od -15°C do $+20^\circ\text{C}$). Teplotní čáru při teplotách $t_e = -15^\circ\text{C}$ a $t_i = +20^\circ\text{C}$ tvoří úsečka \overline{ab} . Povrchové teploty t_{si} , t_{se} , t_1 a t_2 zjišťujeme na stupnici teplot.



Obr. 1.1.31 Grafické zjišťování povrchových teplot skleněných výplní

Chceme-li určit hodnotu tepelné propustnosti " k " skleněné výplně, při které nebude docházet k orosování vnitřního povrchu, stanovíme podmínku

$$t_{si} \geq t_w \quad (1.1.29)$$

Po dosazení do vztahu $t_{si} = t_i \frac{k(t_i - t_e)}{\alpha_i}$ vychází

$$k = \frac{\alpha_i(t_i - t_r)}{t_i - t_e} \quad (1.1.30)$$

Výplně otvorů a neprůsvitné výplně otvorů v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\Phi_i \leq 60 \%$ musí vykazovat v každém místě povrchovou teplotu t_{si} ve $^{\circ}\text{C}$, nad teplotou rosného bodu t_w .

$$t_{si} > t_{si,N} = t_w \quad (1.1.31)$$

Klesne-li vnitřní povrchová teplota pod bod mrazu, dochází změnou skupenství kondenzované vlhkosti k námrazám a podstatné mu snížení svět. propustnosti.

Požadavky na vzduchovou neprůzvučnost vnitřních dělicích konstrukcí - dveří

Požadavky na zvukovou izolaci vnitřních dělicích konstrukcí budov jsou uvedeny v následující tab. (ČSN 73 0532).

Chráněná místnost (přijímací místnost)				
Hlučná místnost (vysílací místnost)	Požadavky na zvukovou izolaci			
	stropy		vnitřní	
			Stěny	dveře
	R'_w D_{nTw} dB	L'_{nw} dB	R'_w D_{nTw} dB	R_w dB
1. Ložnice bytů vč. obytných ložnic nebo místností s ložn. Koutem				
Všechny ostatní místnosti téhož bytu, pokud nejsou funkční součástí chráněného prostoru	42	68	42	--
2. Všechny místnosti jednoho bytu				
Všechny obytné místnosti druhých bytů (vč. obytné kuchyně)	51	63	51	--
Schodišťové prostory, vestibuly, chodby	51	63	51	22
Podjezdy, průchody a veřejně používané terasy	53	53	51	22
Nepoužívané půdní prostory	47	--	47	--

Prodejny, provozovny služeb, zdravotnická zařízení, restaurace s provozní dobou do 22.00 h a $L_{aeq} = 80$ dB	57	53	57	--
Hlučné provozovny, vč. restaurací s provozem i po 22.00 h s hlukem $80 \text{ dB} < L_{amax} \leq 85 \text{ dB}$	62	43	62	--
Velmi hlučné provozovny, vč. restaurací s hlukem $85 \text{ dB} < L_{amax} \leq 95 \text{ dB}$ (s elektroakust. zařízeními)	72	38	72	--
Pekárny a kuchyně restaurací s provozem i po 22.00 h	57	43	57	--
3 Školy - učebny, posluchárny apod.				
Učebny, posluchárny apod.	51	53	47	32
Vedlejší a pomocné prostory, chodby a chodiště	51	53	42	27
Hlučné prostory (tělocvičny, dílny, kuchyně, jídelny) $L_{Amax} \leq 85 \text{ dB}$	55	43	51	--
Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílna) $L_{Amax} \leq 90 \text{ dB}$	60	43	57	--
4 Kanceláře a pracovny				
Kanceláře a pracovny pro správní, finanční a technické činnosti	51	53	37	22
Pracovny vedoucích pracovníků, sekretariáty, kanceláře a pracovny vědeckých a koncepčních pracovníků	51	53	47	27
Přepážkové haly, hlučné provozní místnosti	51	53	42	27

Tab.: Požadavky na zvukovou izolaci vnitřních dělících konstrukcí budov (Vybrané jednotky)

kde značí:

R_w = min hodnotu indexu stavební (zdánlivé) vzduchové neprůzvučnosti vnitřních stěn, příček a stropů,

R_d = min hodnotu indexu laboratorní vzduchové neprůzvučnosti vnitřních dveří,

D_{nTw} = min hodnotu indexu normalizovaného stupně zvukové izolace mezi místnostmi, které mají společnou pouze část vnitřní stěny, příčky nebo stropu,
 L'_{nw} = max požadované hodnoty indexů hladin normalizovaného kročejového hluku.

Poznámky:

1. Zvukové izolační požadavky se přiměřeně vztahují i na obdobné prostory zde neuvedené.

2. V případech, kdy jsou v sousedství místností chráněných před hlukem umístěny místnosti s technickým zařízením (např. strojovna výtahů, strojovna ventilace, předávací stanice apod.), jejichž provoz je charakterizován vyššími hodnotami hluku než jsou hodnoty uvedené v tabulce, požadavky na neprůzvučnost je nutno stanovit jednotlivě.

Při předběžném návrhu potřebujeme velmi rychle a snadno stanovit tloušťku skleněné tabule. Pro tyto účely plně poslouží následující nomogram. Pro stanovení potřebné min. tloušťky musíme znát kratší rozměr tabule a vzájemný poměr stran, dále zatížení větrem, výšku otvorové výplně nad terénem a zda se jedná o objekt stojící v chráněné zástavbě, či o objekt věžového typu, stojícího o samotě v nechráněné poloze.