

Pevnost skla a statický návrh zasklení

Ing. Miroslav SÁZOVSKÝ

Výpočet velikosti ploch a statický návrh tloušťek skleněných výplní vzhledem ke způsobům uložení a podepření se řeší pomocí pevných výpočtových formulací, zároveň se výsledky ověřují i laboratorními zkouškami.

Protože sklo je materiál, který se svou strukturou, homogenitou a hlavně křehkostí vymyká běžnému statickému hodnocení, je zapotřebí provádět dlouhodobé laboratorní výzkumy týkající se chování velkoplošného tabulového skla, a to podle druhu zatěžování, uložení a podepření, a z těchto údajů pak stanovit empirické matematické vztahy, které by byly závazné nebo alespoň doporučující pro všechny návrháře.

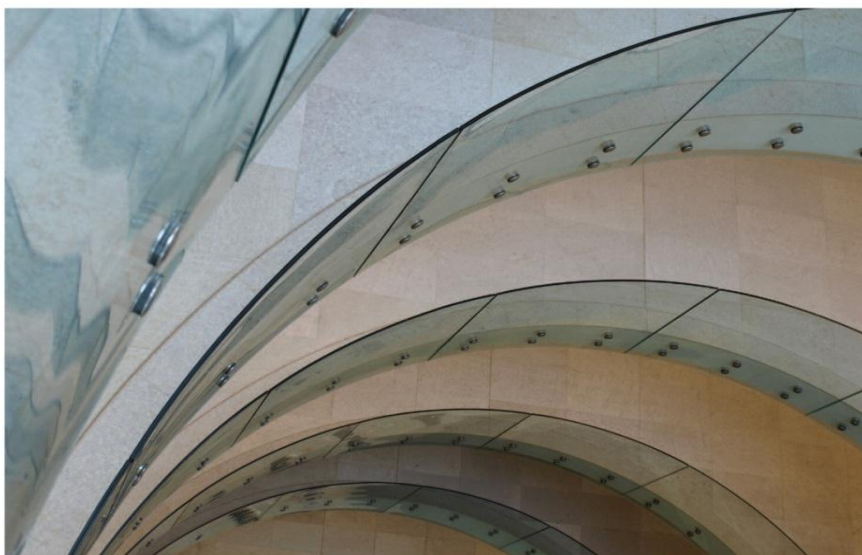
Na základě výzkumů vědci dokázali, že hodnoty pevnosti v ohybu se podstatně liší podle toho, zda je použito dvoustranné, třístranné nebo čtyřstranné podepření skleněné tabule. V prvním případě je skleněná tabule vystavena jednoosovému napětí, zatímco ve druhém a třetím případě je napětí dvouosé. Uvádí se, že různé odchylky od pevnosti v ohybu skla nejsou způsobeny přirozenými vlastnostmi materiálu, ale závisěji na vnějších vlivech, jako jsou **podepření, uložení, nestejná tloušťka skla, nepravidelnosti v orámování nebo úprava hran.**

Různí autoři ve svých studiích zdůrazňují proměny pevnosti skla, k nimž dochází od okamžiku výroby, při dopravě, skladování i po vlastním zabudování do konstrukce stavby. K různým proměnám pevnostních charakteristik skla může dojít vlivem užívání, údržby nebo vystavení skleněné výplně různým klimatickým a mechanickým zatížením.

Pro posouzení únosnosti skleněné výplně je rozhodující veličinou její mez pevnosti, která vyjadřuje napětí při destrukci. Mez pevnosti v ohybu se stanoví laboratorními zkouškami. Protože skleněnou výplň nemůžeme v praxi zatěžovat až na mez pevnosti, musíme počítat s určitou mírou bezpečnosti, a tak docházíme k hodnotě, kterou nazýváme dovoleným napětím. Dovolené napětí znamená tedy největší napětí, které je konvencí, předpisem nebo státní normou stanoveno jako napětí přípustné pro zvolený materiál a daný konstrukční prvek za určitých podmínek. Vše lze posoudit pomocí speciálního software.

Druhy a způsoby zatížení skleněných výplní

Skleněná výplň začleněná do vnějšího obvodového pláště, popřípadě i do příček, může být vystavena různým druhům zatížení. Na plochu skleněné výplně působí tato zatížení:



■ Zatížení působící kolmo nebo šikmo na plochu skleněné výplně, kterou namáhá ohybem – zatížení mechanické. Může jít o namáhání rovnoměrné (stále nebo proměnlivé), namáhání osamělými břemeny (stále nebo proměnlivé) nebo namáhání kombinované (rovnoměrné s osamělými břemeny). Mezi druhy tohoto zatížení patří:

- ruční omývání skleněné výplně, u vyšších výplní ze skla případně opření pracovního zařízení (žebříku apod.)
- strojní omývání skleněné výplně
- nahodilé opírání chodců o skleněné výplně, zejména o výplně výkladních skříní, zasklené příčky apod.
- nahodilé nárazy od nejslabších až po nárazy, které způsobí rozbití skla
- zatížení sněhem – počítá se s hodnotou stanovenou normou ČSN 73 0035 (pouze u vodorovných a šikmých skleněných výplní – se sklonem menším než 25° od vodorovné roviny)
- nahodilé zatížení větrem, tj. zatížení působící dočasně nebo proměnné zatížení působící dočasně.

U velké většiny prosklených ploch je hlavním a jediným zatížením, kterým je nutné se významně zabývat. Vliv činnosti větru a jeho dynamické účinky působící na skleněnou výplň závisejí především na umístění skleněné výplně a na její poloze. Poloha a umístění skleněné výplně mohou být různé:

1. použití skleněné výplně v obvodovém plášti chráněném před přímým tlakem

větru – výplň je umístěna v poloze uzavřené, na závětrné straně objektu nebo je chráněna vzrostlou zelení (pozor na zimní období, kdy stromy bez listů přestávají fungovat jako ochrana), vyššími domy apod.

2. použití skleněné výplně v obvodovém plášti vystaveném přímému tlaku větru (poloha otevřená)
3. použití skleněné výplně v šikmých konstrukcích obvodového pláště, popřípadě na střeše; v tomto případě platí závislost použité výplně na tvaru a sklonu pláště nebo střechy a polohy výplně samotné. Při určování tohoto druhu zatížení se předpokládá důkladná znalost místních podmínek, směrů převládajících větrů, jejich síly a rychlosti. Předpokládá se i dokonalá znalost vztahu objektu k nejbližšímu okolí. Dynamický tlak větru může být normální, kterému odolá výplň (je-li správně navržena) beze škody, ale může také být extrémní. Takovému tlaku je výplň vystavena třeba jen jednou za celou životnost stavby. Zatížení skleněné výplně větrem je stanoveno normou ČSN 73 0035 – Zatížení konstrukce pozemních staveb
- supersonické rány, tj. rány nadzvukových letadel, charakteristické pro přetlak vzduchu
- vlastní váha skla, započítávaná jako složka kolmá k zasklené ploše $q = 2,5 \text{ kg/m}^2$ a 1 mm tloušťky skleněné výplně
- okrajové bodové zatížení výplně – vyskytuje se zejména u bezrámových skleněných výplní, zakotvení celoskleněných dveří apod.

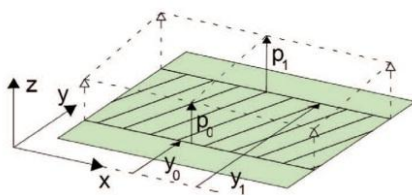
■ Zatížení působící v rovině skleněné výplně, při kterém je namáhána tlakem, tahem nebo tahem za ohybu.

■ Zatížení skleněné výplně změnou teploty, namáhání plynoucí z objemových změn – zatížení termické.

Při namáhání výplně jakýmkoliv z uvedených druhů zatížení velmi nepříznivě působí:

- delší trvání použitého nebo působícího zatížení
- rychlejší nárůst působícího zatížení
- zhoršený stav povrchu skleněné výplně (trhlínky, škrábance, odštěpky, otěry, eroze apod.)
- zhoršený stav okrajů: ostré nebo odštípnuté hrany, ostré rohy
- nesprávná úprava úložného lůžka skleněné tabule
- nedostatečně dimenzovaný nosný rám
- nesprávné osazení skleněné výplně (tabule nevystředěné, zkřížené apod.)
- nesprávná velikost a tvar skleněné výplně a úložného rámu (je nutné počítat s dilatací skleněné tabule i rámu).

Výklad výsledků a pojednání o skleněných výplních, pokud se týká jejich dimenzování, je



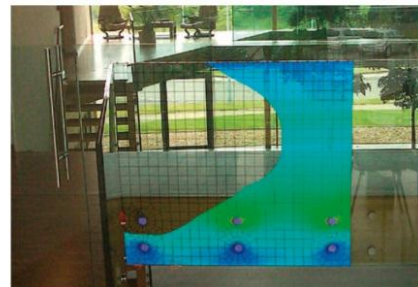
Plošné zatížení – různé

velmi choulostivou záležitostí. Nalezené hodnoty se mohou značně měnit z různých příčin a často s málo známými účinky. Nejdůležitějšími vlivy jsou délka trvání zatížení, rychlost zatěžování, vliv vlastní váhy skleněné výplně v kombinaci s tlakem větru, stav povrchů a krajů skleněné výplně.

Řešení hran, tj. úprava skleněných výplní po obvodu a osazení skleněných výplní,



www.lopin.cz



Zábradlí

mají pravděpodobně největší význam při aplikaci výsledků v praktických podmínkách zasklívání.



Ing. Miroslav Sázkovský

Stavební fyzik, vystudoval Fakultu stavební ČVUT v Praze. Stavebnímu sklu se nevěnuje jen při psaní odborných statických či diagnostických posudků, ale své znalosti a dovednosti využívá přímo v terénu. Je autorem praktického seriálu o skle 52 rad jak neudělat chybu a četných vzdělávacích programů zaměřených na výuku o stavebním skle v praxi.

www.sazovsky.cz