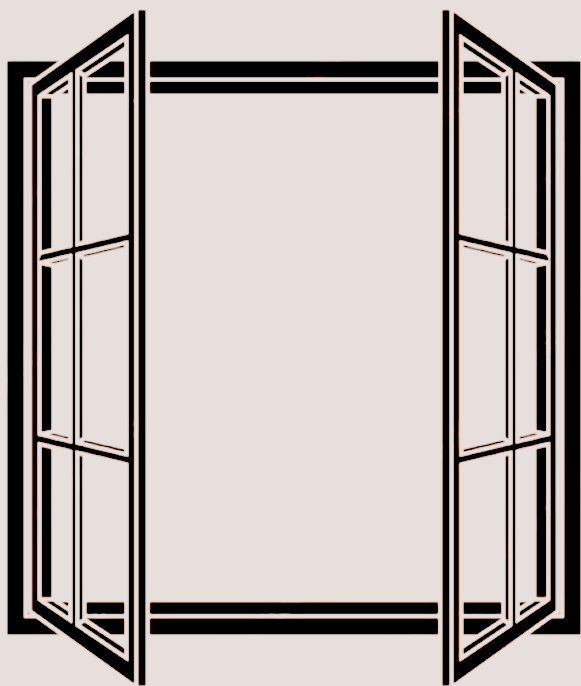


Konstrukce oken na bázi dřeva



2025

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.
Ing. Stanislav Jochim, PhD.
Ing. Ondřej Dvořák, Ph.D.



Konstrukce oken na bázi dřeva

Vliv konstrukční tvorby na tepelně technické vlastnosti,
funkční spolehlivost a životnost, ekologii

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Ing. Stanislav Jochim, PhD.

Ing. Ondřej Dvořák, Ph.D.

OBSAH

Předmluva	4
Úvod	5
1 Okna na bázi dřeva	7
1.1 Okno jako architektonicko-funkční prvek stavby	8
1.2 Rozdělení a terminologie oken	12
1.3 Materiály pro konstrukční tvorbu a výrobu oken	18
1.3.1 Dřevo a materiály na bázi dřeva	22
1.3.2 Zasklení – skleněné systémy	26
1.3.3 Kování oken	28
1.3.4 Ostatní materiály – tmely, těsnění, povrchová úprava	29
2 Funkční požadavky	34
2.1 Funkční model, primární a sekundární funkce	36
2.2 Optické propojení s okolním prostředím	40
2.3 Přirozené denní osvětlení a insolace interiéru	41
2.4 Větrání okny	45
2.5 Požárně technické vlastnosti oken	52
2.6 Zvukově izolační vlastnosti oken	53
2.7 Vodotěsnost oken	56
2.8 Mechanická odolnost a odolnost proti větru	58
2.9 Tepelnotechnické vlastnosti okenních výplní	59
2.10 Energetická bilance okna	64
3 Konstrukční tvorba oken na bázi dřeva	67
3.1 Starší konstrukční tvorba dřevěných oken	67
3.2 Moderní konstrukční tvorba dřevěných oken	70
3.3 Dřevěná okna jednoduchá – příklady výrobců ze Slovenska a České republiky	73
3.3.1 Příklady slovenských výrobců oken	73
3.3.2 Příklady českých výrobců oken	76
3.4 Dřevěná dvojitá okna – příklady výroby v ČR a SR	78
3.4.1 Příklady konstrukcí a výroby na Slovensku	78
3.4.2 Příklady konstrukcí a výroby v Česku	79
4 Aktuální požadavky na tepelně technické vlastnosti (TTV) stavebních konstrukcí a výplní otvorů	82
4.1 Požadavky dle STN 73 0540-2	82
4.2 Požadavky dle ČSN 73 0540-2	84
5 Vliv konstrukční tvorby oken na tepelně technické vlastnosti	86
5.1 Předmět a cíle práce	86
5.2 Metodika výpočtu součinitele přestupu tepla okna – U_w hodnoty	87
5.2.1 Metodika analýzy U_f – hodnoty v programe Therm	87
5.2.2 Metodika výpočtu U_w hodnoty jednoduchých a dvojitých oken	88
5.2.3 Zasklení pro analýzu dřevěných oken a U_g hodnoty	89
5.2.4 Materiály pro analýzu U_f a U_w hodnoty dřevěných oken	90
5.2.5 Konstrukční tvorba oken na bázi dřeva k cílům výzkumu	90
5.3 Dřevěná jednoduchá okna – vzorky, analýza a výsledky TTV	92
5.3.1 Dřevěná jednoduchá okna moderní konstrukci (DJ)	92
5.3.2 Dřevohliníková jednoduchá okna moderní konstrukce (DH)	94
5.3.3 Dřevěná jednoduchá okna speciální – bez rámu křídla (DJs_bRK)	98
5.3.4 Výsledky a vyhodnocení – jednoduchá okna DJ, DH, DJs	100

5.4 Dřevěná dvojitá okna – vzorky, analýza a výsledky TTV	109
5.4.1 Dřevěná dvojitá okna – historická původní (DD.hP)	109
5.4.2 Dřevěná dvojitá okna – historická renovovaná (DD.hR)	110
5.4.3 Dřevěná dvojitá okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK)	114
5.4.4 Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.MXmK)	120
5.4.5 Výsledky a vyhodnocení – dvojitá okna	136
6 Diskuse a hodnocení konstrukční tvorby oken a U_w hodnoty	158
6.1 Dřevěná jednoduchá okna – DJ, DH a DJ.s	158
6.2 Dřevěná dvojitá okna – DD.pH, DD.hR, DD.KmrK, DD.M1-7mK	158
6.3 Funkční spolehlivost a životnost	159
6.4 Ekologie – vliv splnění U_w okna v čase na životní prostředí a rozvoj života.	160
Závěr	161
Literatura	163

PŘEDMLUVA

Vítáme vás s otevřenou náručí při čtení této vědecké monografie věnované oknům na bázi dřeva, která se zaměřuje na jejich konstrukční tvorbu a tepelně technické vlastnosti. Tato práce vychází z přesvědčení, že okna nejsou pouze průhledem do světa venku, ale také důležitým prvkem v estetice, funkčnosti a energetické účinnosti budov. Okna, symbol spojení mezi interiérem a exteriérem, odnepaměti zaujímala klíčové místo v architektuře a designu budov. Dřevo, jako jeden z nejstarších a nejpřirozenějších stavebních materiálů, poskytuje unikátní možnosti vytváření okenních konstrukcí, které nejenže zdůrazňují krásu a charakter přírodního materiálu, ale také splňují vysoké nároky na funkčnost a energetickou účinnost. Jeho přírodní krása, trvanlivost a ekologické vlastnosti přinášejí do moderní architektury a stavebnictví nezaměnitelný šarm a hodnotu. V rámci tohoto kontextu zaujímá zvláštní místo okno, které nejenže slouží k propouštění světla a vzduchu, ale také tvoří důležitý prvek ve vzhledu a funkčnosti budov.

Monografie vzešla z intenzivního zájmu o dřevo jako stavební materiál a jeho klíčovou roli při konstrukci oken. Snaží se nejen přinést čtenářům hluboký vhled do problematiky dřevěných oken, ale také pokrýt celé spektrum témat souvisejících s jejich vývojem, výrobou a vlastnostmi. Vedle historických a konstrukčních aspektů se věnuje i nejnovějším technologickým trendům a tepelně technickým vlastnostem, aby poskytla ucelený obraz této důležité oblasti stavebnictví. Tímto způsobem se snažíme přinést čtenářům komplexní a multidimenzionální pochopení této fascinující oblasti.

Tato monografie je výsledkem společného úsilí odborníků intenzivního výzkumu a praxe z oblasti architektury, stavebnictví, inženýrství a materiálového výzkumu, kteří se spojili s cílem poskytnout komplexní pohled na problematiku dřevěných oken. Jejich znalostní a zkušenostní bohatství tvoří základ této práce a doufáme, že přinese inspiraci a užitečné poznatky pro všechny zúčastněné. Během psaní této monografie jsme spolupracovali s řadou odborníků a průkopníků v oblasti dřeva a stavebnictví, kteří svými znalostmi, zkušenostmi a nadšením přispěli k jejímu vzniku. Jsme jim za jejich podporu a spolupráci velmi vděční. Vzdáváme hold všem těm, kteří přispěli svými znalostmi, zkušenostmi a nadšením k tomuto projektu. Naše práce byla inspirována nejen současnými trendy a inovacemi, ale také historickými kořeny a tradicemi spojenými s využitím dřeva jako stavebního materiálu.

Nakonec bychom chtěli vyjádřit svou vděčnost všem čtenářům této monografie. Doufáme, že vám poskytne poznatky o oknech na bázi dřeva a jejich významu v moderním stavebnictví. Věříme, že tato monografie bude cenným zdrojem informací pro odborníky v oblasti architektury, stavebnictví a inženýrství, stejně jako pro studenty, výzkumníky a všechny ostatní, kdo mají zájem o dřevo a jeho využití ve stavebnictví. Ať slouží jako průvodce pro ty, kteří se zajímají o stavebnictví, architekturu a design, ať přispěje k rozvoji znalostí v této oblasti a motivuje další výzkum a inovace.

Jsme vděční, že jste se rozhodli využít tento zdroj informací o dřevěných oknech a věříme, že vám přinese inspiraci a hlubší porozumění této problematice. Jsme si jisti, že si tuto monografii oblíbíte a najdete v ní cenné poznatky. Vaše zpětná vazba a myšlenky budou vždy velmi cenné, vítané a přejeme vám příjemné a inspirativní čtení, které obohatí vaše znalosti o dřevěných oknech a jejich konstrukci.

Autoři

ÚVOD

Dřevo jako stavební materiál má dlouhou historii a stále si udržuje svou nezastupitelnou pozici v moderním stavebnictví. Jeho přírodní krása, udržitelnost a schopnost přizpůsobit se různým architektonickým stylům z něj činí preferovanou volbu pro konstrukce domů a budov po celém světě. V rámci tohoto kontextu hraje klíčovou roli okno, které není pouze prvkem propouštějícím světlo do interiéru, ale také důležitým prvkem designu a funkčnosti budov. Okna na bázi dřeva představují jedinečnou kombinaci tradice a moderního inženýrství v oblasti stavebnictví. Jejich historie sahá do hlubokých kořenů lidského osídlení, kdy dřevo bylo základním stavebním materiálem, a přesto se stále považují za jednu z nežádanějších a esteticky nejatraktivnějších variant oken v současném světě. Dřevěná okna mají schopnost přirozeně regulovat teplotu a vlhkost v interiéru, což přispívá k vytvoření zdravého a komfortního prostředí pro obyvatele. Díky moderním technologiím a pokročilým výrobním procesům mohou dřevěná okna dosahovat vynikajících izolačních vlastností, které snižují tepelné ztráty a zvyšují energetickou účinnost budov. Dřevo je obnovitelný zdroj, který při správném hospodaření může být udržitelně využíván. Výroba dřevěných oken má nižší uhlíkovou stopu ve srovnání s okny z jiných materiálů, což přispívá k ochraně životního prostředí. Dřevo také přirozeně absorbuje a ukládá uhlík, což pomáhá snižovat množství skleníkových plynů v atmosféře. Navíc, dřevěná okna mohou být na konci své životnosti recyklována nebo znovu použita, což dále snižuje jejich ekologický dopad. Recyklace dřeva a jeho opětovné využití v různých stavebních aplikacích přispívá k cirkulární ekonomice a minimalizaci odpadu.

Vytváření vhodných podmínek pro bydlení, práci, sport, relaxaci či léčbu patří k základním potřebám lidského života. Aby tyto potřeby mohly být naplněny, je navrhována a realizována výstavba budov s různým zaměřením – od individuálních po společenské. Každá budova má svým stavebním a technickým řešením zajišťovat ochranu před vlivy vnějšího prostředí, jako je proměnlivé klima nebo různá nebezpečí. Klíčovým prvkem těchto staveb jsou konstrukce obvodového pláště, a to jak v neprůhledných, tak průhledných částech. Obvodové konstrukce jako podlahy, obvodové stěny, stropy nebo střechy mají splňovat funkční požadavky na mechanickou odolnost, stabilitu, požární ochranu, tepelnou izolaci a akustické vlastnosti. Transparentní konstrukce, jako jsou okna, prosklené stěny či zimní zahrady, hrají stále důležitější roli nejen z hlediska designu, ale i technických vlastností – zajišťují dostatečnou tepelnou ochranu, optimalizují výměnu vzduchu, odolnost proti vodě, zvukovou izolaci a požární bezpečnost.

Transparentní prvky v moderní architektuře významně přispívají k energetické hospodárnosti budov i kvalitě vnitřního prostředí – ovlivňují například oslunění, vizuální kontakt s okolím, teplotu, vlhkost a kvalitu vzduchu. S ohledem na rostoucí zastoupení těchto prvků v konstrukcích je kladen důraz na jejich dlouhou životnost, snadnou údržbu a ekologickou udržitelnost.

Tato monografie se zaměřuje na zkoumání okenních konstrukcí na bázi dřeva, s důrazem na jejich konstrukční tvorbu a tepelně technické vlastnosti. Vychází z bohaté historie a tradice dřeva jako stavebního materiálu a přináší ucelený pohled na současný stav poznání v této oblasti. Záměrem této monografie je poskytnout čtenářům komplexní a aktuální pohled na dřevěná okna, který zahrnuje jak jejich konstrukci a výrobu, tak i jejich tepelně technické vlastnosti a jejich dopad na energetickou efektivitu budov, a zároveň inspirovat architekty, stavební inženýry a další odborníky k využívání tohoto tradičního, avšak moderního materiálu v jejich projektech. Když se přístě podíváte z okna, můžete ocenit komplexní proces a bohatou tradici, která stojí za výrobou tohoto nenahraditelného materiálu.

Hlavním cílem výzkumu bylo analyzovat vliv konstrukce jednoduchých a dvojítych dřevěných oken na jejich: Tepelně technické vlastnosti – hodnotil se zejména součinitel prostupu tepla (U_w) a jeho splnění podle aktuálních norem (ČSN 73 0540-2 a STN 73 0540-2). Funkční spolehlivost a životnost – zkoumal se, zda okna udrží požadované vlastnosti (například hodnotu U_w) po celou dobu životnosti budovy, tedy přibližně 60 let, i při postupném zhoršování hodnoty U_g zasklení. Ekologický dopad – posuzovala se potřeba výměny zasklení, obnovy povrchových úprav nebo kompletní výměny oken z hlediska spotřeby nových materiálů a produkce odpadu během předpokládané životnosti stavby. Práce se zaměřila na identifikaci konstrukčních řešení, která nejlépe odpovídají požadavkům na moderní architekturu, energetickou efektivitu a šetrnost k životnímu prostředí.

První část monografie se věnuje pohledu zpět, když prozkoumává historii dřevěných oken od jejich prvního využití až po moderní inovace. Analyzuje se vliv historických technik a materiálů na vývoj konstrukcí a designu oken a jejich

adaptaci na požadavky současné doby. Průzkum světa dřevěných oken nás zavede do hloubky historie, kdy byly okna základním prvkem každé stavby. Od prvních primitivních konstrukcí až po současné inovativní designy, dřevo si udržuje svou jedinečnou pozici jako materiál, který spojuje tradiční řemeslnou dovednost s moderními technologickými pokroky. Další část monografie přechází k současnosti, kdy se zabývá technologiemi a metodologiemi používanými při výrobě dřevěných oken. Zahrnuje analýzu moderních materiálů, procesů výroby a trendů, které ovlivňují jejich konstrukci a funkčnost. Pak se zaměřuje na tepelně technické vlastnosti dřevěných oken a jejich role v současném energeticky úsporném stavebnictví. Prozkoumává, jak konstrukční prvky a materiály ovlivňují tepelnou izolaci a energetickou efektivitu oken a jaký vliv mají na celkovou energetickou náročnost budov.

Transparentní konstrukce, především okna a prosklené stěny, mají zásadní vliv na energetickou efektivitu a udržitelnost budov. Je nezbytné zaměřit se na vývoj a optimalizaci materiálových i funkčních řešení, která zajistí dlouhodobou kvalitu, ekologickou šetrnost a provozní hospodárnost staveb. Tyto aspekty jsou klíčové pro udržitelnou architekturu a životní prostředí.

Tato monografie je určena nejen pro odborníky v oblasti architektury, stavebnictví a inženýrství, ale také pro všechny, kteří mají zájem o využití dřeva v moderním stavebnictví a o technické aspekty dřevěných oken. Doufáme, že tato publikace poskytne ucelený pohled na problematiku okenních konstrukcí na bázi dřeva a bude inspirací pro všechny, kteří se zajímají o harmonii mezi tradičními řemeslnými technikami a moderními požadavky na udržitelné a energeticky účinné budovy. Věříme, že dřevěná okna budou i nadále hrát důležitou roli v moderní architektuře a přispívat k vytváření zdravějšího a udržitelnějšího životního prostředí.

Publikaci odborně podpořilo sdružení SLOVENERGOokno, které na Slovensku spojuje kvalitní firmy, technické univerzity, laboratoře a odborníky, kterým záleží na kvalitě oken, dveří a prosklených stěn. Sdružení aktivně vytváří a zapojuje se do posunu trendů v oblasti kvality návrhu, výroby a instalace oken, dveří a prosklených stěn na současné i nadčasové úrovni.

1 OKNA NA BÁZI DŘEVA

Výplně otvorů, jako jsou okna a dveře, jsou klíčovými prvky obvodové konstrukce budovy. Správný návrh a instalace těchto prvků jsou nezbytné pro dosažení optimální tepelné technické kvality a celkové energetické efektivity budovy. Otvory v budovách mají primárně užitnou úlohu, jako je umožnění přístupu světla, větrání a komunikace. Jsou klíčovým prvkem pro pohodlí a funkčnost interiéru budovy. Fungují jako prostředníci mezi vnějším a vnitřním prostředím budovy. Ovlivňují to, jakým způsobem je vnímáno okolí zevnitř a jak budova komunikuje se svým okolím. Celkově lze říct, že otvory a jejich výplně jsou více než pouhými průhledy do světa; jsou klíčovými prvky architektury, kterým byla věnována značná pozornost jak z funkčního, tak z estetického hlediska. Mohou nést symbolický význam nebo vyprávět příběh o vnitřní užité funkci budovy. Například velká okna mohou zdůrazňovat otevřenost nebo transparentnost prostoru. Výplně otvorů nejsou pouze praktickými prvky umožňujícími světlo a vzduch do prostoru, ale také mají výrazný vliv na estetiku budovy. Jejich výměna nebo úprava může rychle změnit celkový vzhled a styl. Design oken, portálů a výkladců hraje klíčovou roli v architektonické estetice budovy. Řešení a rytmizace těchto prvků mohou ovlivnit celkový charakter ulic a náměstí v historických sídlech.



Obr. 1.1 Okno na bázi dřeva

Okna na bázi dřeva (Obr. 1.1) jsou oblíbenou volbou pro mnoho lidí kvůli svému přírodnímu vzhledu, tepelným izolačním vlastnostem a schopnosti poskytovat teplo a estetiku. Dřevěná okna mají přirozený, teplý a atraktivní vzhled, který se hodí do různých architektonických stylů, od tradičních až po moderní. Dřevo poskytuje přírodní krásu a může být snadno přizpůsobeno různým designovým preferencím. Má přirozeně vysoké tepelné izolační vlastnosti, což znamená, že dřevěná okna mohou pomáhat udržovat teplotu v interiéru stabilní a snižovat energetickou spotřebu pro vytápění nebo chlazení. Dřevo je obnovitelný materiál, což znamená, že jeho používání může být šetrné k životnímu prostředí, zejména pokud je získáváno z certifikovaných a udržitelných lesů. Je relativně snadné opracovat, což umožňuje vytvářet různé tvary a styly oken. To poskytuje architektům a designérům větší volnost při vytváření individuálních a esteticky příjemných designů. Dřevěná okna lze snadno natřít nebo ošetřit tak,

aby odpovídala specifickým požadavkům na barvu a povrchovou úpravu. Správně navržená a provedená dřevěná okna mohou mít nižší tepelné mosty ve srovnání s jinými materiály, což přispívá k celkové energetické účinnosti budovy. I přesto, že jsou dřevěná okna oblíbená, je důležité si být vědom toho, že vyžadují pravidelnou údržbu, aby se zachovala jejich estetika a funkčnost. Pravidelné lakování nebo nátěry ochrannými nátěry pomáhají chránit dřevo před povětrnostními vlivy a prodlužují jeho životnost.

1.1 OKNO JAKO ARCHITEKTONICKO-FUNKČNÍ PRVEK STAVBY

Slovo „okno“ označuje v češtině jak okenní otvor, tak jeho výplň, tedy okenní rám a křídla. Protože označení „výplně okenních otvorů“, případně „okenní rámy a křídla“ je poněkud těžkopádné, je v dalším textu používáno „okno“ ve významu okenní výplně. Toto zjednodušení sice není úplně přesné, ale odpovídá praxi, ve které se opravou či výměnou oken běžně rozumí oprava či výměna okenních rámu a křídel.



Obr. 1.1.1 Okenní otvory architektonicko-funkční otvor

Okno v širším významu můžeme charakterizovat jako architektonicko-funkční otvor (Obr. 1.1.1) ve stavební konstrukci (exteriérové, interiérové), kterým se zajišťuje optické a v určitých situacích (požár, jiné nebezpečí) nouzové únikové propojení prostor, osvětlení, větrání a další funkční požadavky ve spojitosti od požadovaného účelu použití (okno v obvodové stěně, střešní okna, okno v dělicí interiérové stěně, okno chráněné únikové cesty, výdejní okno, výlezové okno, kontrolní okno, větrací okno podstřešního nebo jiného prostoru apod.). Okenní konstrukce, resp. výplně otvorů jsou nejexponovanějšími prvky obalových konstrukcí budov.

Okna jsou výrobky sloužící pro vyplnění stavebních výplní. Na tyto výrobky platí požadavky uvedené v českých a evropských normách. Tyto normy stanovují závazné vlastnosti, jejichž úroveň musí výrobce prokázat dříve, než uvede výrobek na společný trh Evropské unie. Harmonizovaná norma nazývá tyto vlastnosti mandátovými a současně v příloze stanovuje způsob prokazování těchto vlastností.

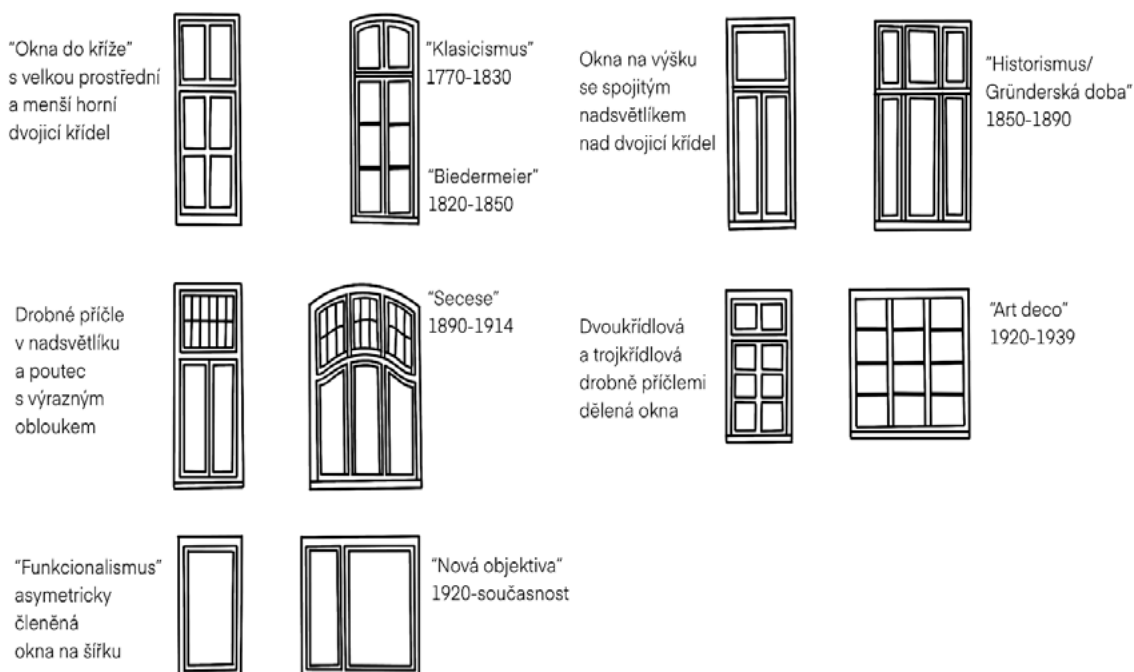
Okno pro architektonicko-funkční otvor ve stavební konstrukci může být bez výplně (trvale otevřeno pro požadovaný účel použití) nebo jako stavební výrobek s výplní (transparentní, netransparentní). Okno jako stavební výrobek s transparentní výplní (zasklením) do stavebního otvoru stavby je významný architektonický a funkční prvek budovy. Z hlediska architektonické funkčnosti je okno estetický prvek dotvářející exteriérový výraz budovy a interiérový design prostor.

Okno jako funkční prvek ovlivňuje potřeby a vnitřní prostředí pro např. bydlení (práci, rekreaci, sport apod.) člověka vytvářením:

- vizuálního kontaktu s okolním prostředím a prosvětlením prostor,
- výměny a regulace vzduchu, ochrany před nadměrnými ztrátami nebo získky tepla,
- získků tepla pro hospodárnost vytápění budovy a tepelnou pohodu člověka,
- ochrany před zatékáním (vodotěsnost), větrem, hlukem,
- bezpečnosti před vloupáním, různými způsoby rozbití,
- bezpečnosti při úniku před požárem, zabraňování požáru, jinými nebezpečími apod.

Okno má však také ekologický vliv. Použité materiály, technické parametry okna (např. U-hodnota, průvzdušnost apod.), funkční kvalita okna v čase, způsob recyklace a likvidace oken ovlivňují svojí mírou ekologii životního prostředí (spotřeba materiálů a energetických zdrojů při výrobě a provozu, produkce CO₂ a jiných odpadů a způsob jejich odstranění apod.).

Forma okenního otvoru jako vysokofunkčního a výrazového prostředku architektury se vždy spojovala se slohy jednotlivých historických období (Obr. 11.2).



Obr. 11.2 Příklady stavebních slohů

Z archeologických nálezů víme, že okna existovala již kolem roku 4000 př. n. l. jako malé otevřené otvory sloužící k částečnému osvětlení vnitřních prostorů. Teprve postupně se otvory zakrývaly neprůsvitnými a průsvitnými materiály (slída, kůže, zvířecí blány, koberečky, papír, plátna napuštěná olejem, perforované hliněné desky apod.). Tyto materiály se připevňovaly na primitivní rámy. Před nepřízní počasí chránily výplně proutěné okenice. Přelomem ve vývoji oken byl vynález skla Egypťany v cca 1800 př. n. l., kteří zužitkovali římsští stavebníci v cca 100 př. n. l., a tak začali používat jako první výplně z litého skla.

Znalosti o oknech ve středověkých stavbách jsou neúplné. Přestože můžeme s jistotou hovořit o chrámových oknech s kamenným kružbovým členěním, jež byla barevně zasklívána do olova, nemáme však dostatečné informace a pozůstatky oken a jejich výplní u běžných domů. Nejčastěji se jednalo o vitraj – olovem spojované skleněné fragmenty nebo částečně pro světlo propustné kameny (křemeny), které byly v některých případech následně domalovávány a jako celek mohly tvořit například výjev z Bible atp. Tyto celky byly osazovány do zpevňujících rámtů, vyhotovených ze dřeva nebo kovových plátů. Takto vyhotovená křídla byla vsazována do kamenných nebo dřevěných rámtů. V období gotiky se setkáváme s nepohyblivými křídly, výjimečně s částečně otvíravými prvky.

Během 16. století se k zasklívání oken používala skleněná kolečka, někdy též nazývaná terče a zbylý otvor vyplňovaly projmuté trojúhelníky, které byly nejčastěji z barevného nebo kalného skla. Kruhový tvar skla byl předurčen výrobní technologií kapkovitou baňkou ze sklářské píštěly, na které bylo sklo pro dané účely vyfukováno. Jednotlivé skleněné prvky byly spojovány pomocí olova. Renesanční okna byla jednoduchá a díky závěsům z kovových plechů navíc dovnitř otevíratelná.

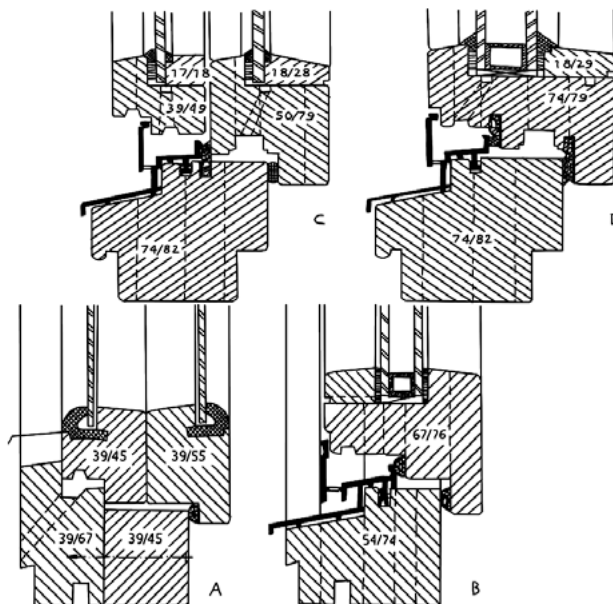
V období 2. poloviny 17. století se setkáváme s rozsáhlými stavebními komplexy zhotovenými z cihlového a smíšeného zdiva. Tyto stavby byly vybaveny vyšším počtem oken o větší ploše, než tomu bylo v předchozím slohovém období. Převážná část vesnických staveb však vzniká ještě ze dřeva, a tak se můžeme setkat s několika druhy technického řešení okenních výplní. Charakteristickým rysem pro dané období je nejdříve zasklení v podobě skleněných destiček ve tvaru šestiúhelníku. Výroba těchto elementů probíhá i nadále z původně foukaného skla, které se po vyfouknutí rozřezalo a vyrovnilo do plochého tvaru. Takto vzniklé kousky jsou následně pospojovány stejnou technologií, jako tomu bylo u starších koleček, a tedy olověným spojem.

Až v průběhu 18. století dochází k přestupu na čtvercové skleněné okenní tabulky, které jsou větších rozměrů, než tomu bylo u šestiúhelníků. Z počátku dosahovaly délek stran 20 x 20 cm, později dokonce 30 až 40 cm. K jejich upevnění se postupem času začíná využívat dřevěných příčlů, které jsou k rámu přichyceny dřevěnými čepy a opatřeny drážkou, do které je tabulka zasunuta tak, aby vlivem větru nemohla vypadnout. Tento způsob aretace skleněné tabulky se jeví v porovnání s uchycením pomocí olova jako výhodnější. Jednotlivá křídla jsou v místě čepového spoje zpevňována kováním, které zároveň slouží k uchycení křídla k rámu takovým způsobem, kdy můžeme pomocí závěsu křídlo otevřít a danou místnost větrat. V období baroka byla takto otvírává okna ta, která byla dobře dostupná – tj. spodní křídla oken. Zajímavým technickým prvkem u oken vyskytujících se u obytných místností, které byly v zimních měsících vytápěné, a tedy vystavované stékající rosné vodě, jsou systémy žlábků, které odváděly rosnou vodu přímo ven (u dřevěných staveb), nebo ji zachycovaly do vyjímatelných nádobek v parapetním otvoru (u zděných staveb).

Od 3. čtvrtiny 18. století se začínají vyskytovat další inovace v oblasti otvorových výplní, konkrétně druhá okna, která jsou nejčastěji přidávána jako vnější, otvírává ven. Ta byla v některých oblastech osazována jen jako sezonní (převážně na venkově).

Moderní architektura zdělila od svých slohových předchůdců vývojově vyspělý typ okna, jehož základní konstrukční východiska se již neměnila a pouze se modifikovala jeho navazující forma. Pro obytné prostory to bylo z 19. století pocházející dovnitř otvíravé, dvojité deštěné okno (špaletové, kastlové), nejčastěji trojkřídlé s uspořádáním křídel do tvaru písmene T. Toto dělení vycházelo z nutnosti rám od určité výšky zpevnit vodorovným prvkem, tzv. poutcem (též *označení příčle*), který zabránil deformaci svislých částí. Pokud byla okna velmi vysoká, mohlo být poutců i více. Poutce se vkládaly do vnějšího i vnitřního rámu, přičemž vnitřní musel být vždy umístěn výše, aby nebránil otvírání a vysazování vnějších křídel. Ze stejného důvodu musel být oproti vnějšímu také stíhlejší. Stejně zásady platí pro dělicí sloupky, které se objevují u širších oken. Křídla obvykle nebyla dále členěna, jelikož technologie od poloviny 19. století již umožňovala vyrobit dostatečně velké tabule skla. Dolní křídla byla obvykle otvírává, nejčastěji ovládaná olivou (okenní kování, obvykle osově symetrického tvaru, které se při otevření otáčí o 180°) a zajištěná v klapačce (na křídle přišroubovaná lišta, která překrývá spáru mezi dvěma křídly nebo ve starší literatuře také příraznice) skrytou rozvorovou tyčí, která se zasouvá do skob připevněných v dolní části rámu a v poutci (jedno křídlo tedy současně zafixuje i druhé).

V období od druhé poloviny 19. století se začínají vsazovat dvojitá okna u všech typů staveb, jelikož jsou již známy jejich výhody spojené s tepelným odporem a praktičností údržby. Tato okna jsou umísťována za líc fasády, aby se nešpinila a nebyla bezprostředně namáhána deštěm. Tato okna nazýváme špaletová, protože mezeru mezi vnitřním a venkovním křídlem tvoří 20 až 30 centimetrů hluboké špalety. Příklady vývoje konstrukce dřevěných oken až po moderní konstrukci je na Obr. 1.13.



Obr. 1.1.3 Příklady vývoje konstrukce dřevěných oken až po moderní konstrukci

- A – dřevěné zdvojené okno s pryžovými zasklívacími profily,
- B – jednoduché okno s izolačním dvojsklem, s nalepovacími těsnícími profily,
- C – zdvojené okno z lepených lamelovaných profilů,
- D – moderní konstrukce jednorámového dřevěného okna z eurohranolů.

Součástí vývoje je rovněž mechanismus otevírání a zavírání, kdy se k aretaci obou křídel využívá svislých tyčkových rozvor umístěných v klapačce. Ta je ovládána klikou, která se nachází uprostřed okenního křídla.

Od okenních výplní jsou očekávány následující funkce:

- zajištění denního osvětlení,
- zajištění větrání místností,
- vizuální kontakt s vnějším prostředím,
- komunikace mezi vnitřními prostory.

Okenní výplně mají nezastupitelné místo ve stavebním objektu, neboť zajišťují nebo ovlivňují svými vlastnostmi a provedením jeho provoz.

Okna by měla splňovat několik parametrů jako celku:

- odolnost proti zatížení větrem,
- vodotěsnost,
- akustické vlastnosti,
- tepelně technické vlastnosti,
- radiační (sálavé) vlastnosti,
- průvzdušnost, aj.

Okenní výplně musejí plnit souhrn požadovaných vlastností. Do nich patří především stavebně fyzikální vlastnosti, statická únosnost aj. Zajištění tuhosti a pevnosti rámu pomocí kvalitního vyztužení, správného svařování spojů rámu či křídel, případně použitím speciálně navržených a vyrobených profilů.

1.2 ROZDĚLENÍ A TERMINOLOGIE OKEN

Okenní výplně mohou být rozděleny podle různých kritérií, jako jsou materiály, způsob zasklení, technologie zasklívání, kotvení, způsob otevírání, způsobů kotvení nebo funkce, design, ...

Materiálovému rozdělení je věnována další kapitola.

Dle **způsobu zasklení** rozlišujeme tři nejčastější skupiny:

Jednoduchá okna

Jsou nejstarším a nejjednodušším typem okenní konstrukce. Okno s jednoduchým zasklením je tvořeno jednou skleněnou tabulí, která může být ze skla plochého (Float), skla plochého taženého, skla litého nebo skla bezpečnostního – tvrzeného či vrstveného. Tento druh oken nezabezpečuje dostatečně izolaci vnitřního prostoru. Dalším vývojovým typem jsou jednoduchá okna dvojitě zasklená. Na profilu křídla je polodrážka frézovaná z obou stran a je tak dosaženo dvojitého zasklení. Mezi skly je vzduchová mezera, čímž se docílí zlepšení izolačních vlastností.

Zdvojená okna

Zasklená jednoduchou tabulí nebo vně izolačním dvojsklem a uvnitř jednoduchou tabulí. Tyto okna mají dvě křídla, sešroubovaná k sobě, otevírání je pak stejné jako u jednoduchého okna. Jedno křídlo, zpravidla vnitřní, plní nosnou funkci.

Dvojitá okna

Mají stejné typy zasklení jako zdvojená okna. Dvojitá okna mají však dvě nezávislá křídla (vnější a vnitřní). Pohyb každého křídla je nezávislý na druhém. Vnější a vnitřní křídla jsou samostatně otevíravá a samostatně uzavíratelná.

Rozdělení dle **technologie zasklívání** zastřešuje dvě kategorie:

Tradiční technologie zasklívání

Nejrozšířenější způsob osazení výplně do zasklívací spáry je její vymezení vůči křídlu pomocí zasklívací lišty. Určitou nevýhodou tohoto systému je poměrně malá hloubka uložení výplně v zasklívací spáře u běžných okenních profilů, čímž je umožněn poměrně snadný výskyt tepelného mostu v oblasti zasklívací lišty, kde je umístěn i meziklený distanční rámeček. Nežádoucí lineární tepelný most vzniká i při použití tzv. teplých rámečků, i když není tento vliv tak negativní, jak při použití např. hliníkových rámečků.

Technologie vlepování skel

Principem je vytvoření jediného celku z křídelního rámu a jeho skleněné výplně. Toho se dosáhne tím, že izolační sklo se vlepí po celém obvodu zasklívací spáry. Tím dochází ke statickému spolupůsobení obou částí. Celek má některé nepopíratelné výhody, jimiž jsou větší hloubka uložení zasklení se snížením hodnoty lineárního tepelného mostu v oblasti zasklívací lišty, lepší interakce křídelního rámu a jeho výplně, a tím větší tuhost křídla a možnost omezit používání výztuh u plastových oken.

Rozdělení okenních výplní dle **způsobů kotvení**:

Nejstarším způsobem je pevné kotvení. K přichycení okenního rámu se používal lavičnický, který se narazil podle svislých vlysů. K rámu se upevnil přes otvor v ploché hlavě vrutem. Spojovací prostředky byly následně zakryty krycími lištami. Tento způsob je použitelný v případě malých ploch, protože neumožňuje dilataci.

Dalším způsobem je upevnění okna pomocí páskových kotev. Ke zkompletovanému oknu jsou před vlastním osazením upevněny z vnější strany kotvy z ocelového plechu. Po nasazení a vyrovnaní je okno přes přesah kotev upevněno spojovacím prostředkem do ostění. Tento způsob kotvení umožňuje dilataci.

Dnes je jedním z nejčastějších způsobů osazení okna pomocí kluzných trnů. Tento způsob umožňuje rovněž dilataci okenní konstrukce. Ve svislých vlysech rámu jsou předvrtané otvory příslušného průměru a přes ně se po zabudování okna z vnitřní strany narazí ocelové hřeby bez hlavy. Dalším možností je použití osazovacího rámu tvaru „L“.

Dalším způsobem, jak lze rozdělit okna, je podle způsobu otevírání:

Otevíravě sklopná

Jde o nejpožívanější typ otírání eurooken a také plastových oken, který umožňuje okno standardně otevřít a také umožňuje okno částečně sklopit tak, aby byla zajištěna výměna vzduchu v letním období a zároveň bylo okno zabezpečeno proti nežádoucímu otevření z venkovní strany. Je označováno jako OSP – otevíravě sklopné pravé nebo OSL – otevíravě sklopné levé. Pravé nebo levé značí, na jaké straně jsou umístěny závěsy z pohledu zevnitř.

Sklápěcí

Tento typ otevírání je u oken volen, když má okno poměry výšky a šířky, které neumožňují okno zakovat kováním OSP/OSL. Rozdíl v ceně kování oproti otevíravě sklopnému je zanedbatelný.

Otevíravá

Tento typ otevírání je volen, když má okno nestandardní rozměry a nelze tak použít okenní kování otevíravě sklopné. Rozdíl v ceně kování je malý. Ve střední Evropě se okna otevírají do interiéru, ale například v Anglii a USA se okna otevírají do exteriéru.

Pevná

Jedná se o typ okna, které neumožňuje otevírání. Okno se skládá pouze z rámu okna a pevně vsazeného skla. Tento typ zasklení je velmi populární u pasivních domů, kde je velmi často výměna vzduchu zajištěna rekuperační jednotkou. Je populární, protože má oproti otevíravě sklopnému oknu užší rám a tím i lepší tepelně izolační vlastnosti.

Vyklápěcí

Vyklápěcí okna jsou typ okenního otevírání, kdy se křídlo okna vyklápí směrem ven z budovy. Tento mechanismus otevírání umožňuje snadný přístup k oknu a efektivní větrání. Vyklápěcí okna jsou často používána u specifických aplikací, jako jsou nadsvětliky, střešní okna nebo okna v místnostech s omezeným prostorem, kde by tradiční otevírání bylo nepraktické. Výhoda vyklápěcího systému spočívá v tom, že umožňuje větrání bez nutnosti otevření okna do interiéru, což je zvláště výhodné v případech, kdy by otevření okna směrem dovnitř nebo ven mohlo narušit estetiku nebo funkčnost místnosti. Tento typ otevírání se nejčastěji používá u oken, která jsou umístěna vysoko na stěnách nebo na střeše, například v podkrovích. Na druhou stranu se vyklápěcí otevírání běžně nevyužívá u eurooken, která mají jiný mechanismus otevírání. Eurookna obvykle fungují na bázi oscilujícího nebo otočného kování, které umožňuje otevírání okna buď dovnitř, nebo ven, ale bez vyklápění.

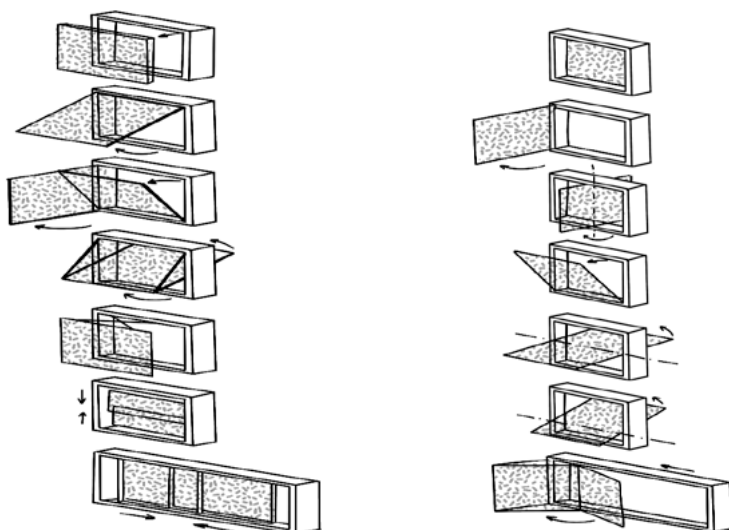
Posuvná

Princip otevření okna spočívá v posunutí okenního křídla nahoru nebo do strany. Tento typ otírání je velmi populární v Anglii, kde se okenní křídlo posouvá nahoru a je zde využit systém závaží. Ve střední Evropě je tento typ otírání velmi populární u balkónových dveří, které se dají rozdělit na dva typy. Jedním typem jsou posuvně zdvižné balkónové dveře – HS portál. HS portál je tvořen jedním nebo více posuvnými křídly a pevným zasklením. Díky této konstrukci lze zasklít a zároveň otvírat velké prosklené stěny s minimálním členěním plochy. Tento typ balkónových dveří je považován za „mercedes“ mezi balkónovými dveřmi. HS portálové dveře jsou bezbariérové a splňují normu DIN 18025. Druhým typem je systém posuvně sklopné balkónové dveře – PSK.

Kyvná

Tento typ otevírání oken se používal v panelových domech stavěných v minulém století. V současné době se používá pro střešní okna, ne však pro eurookna.

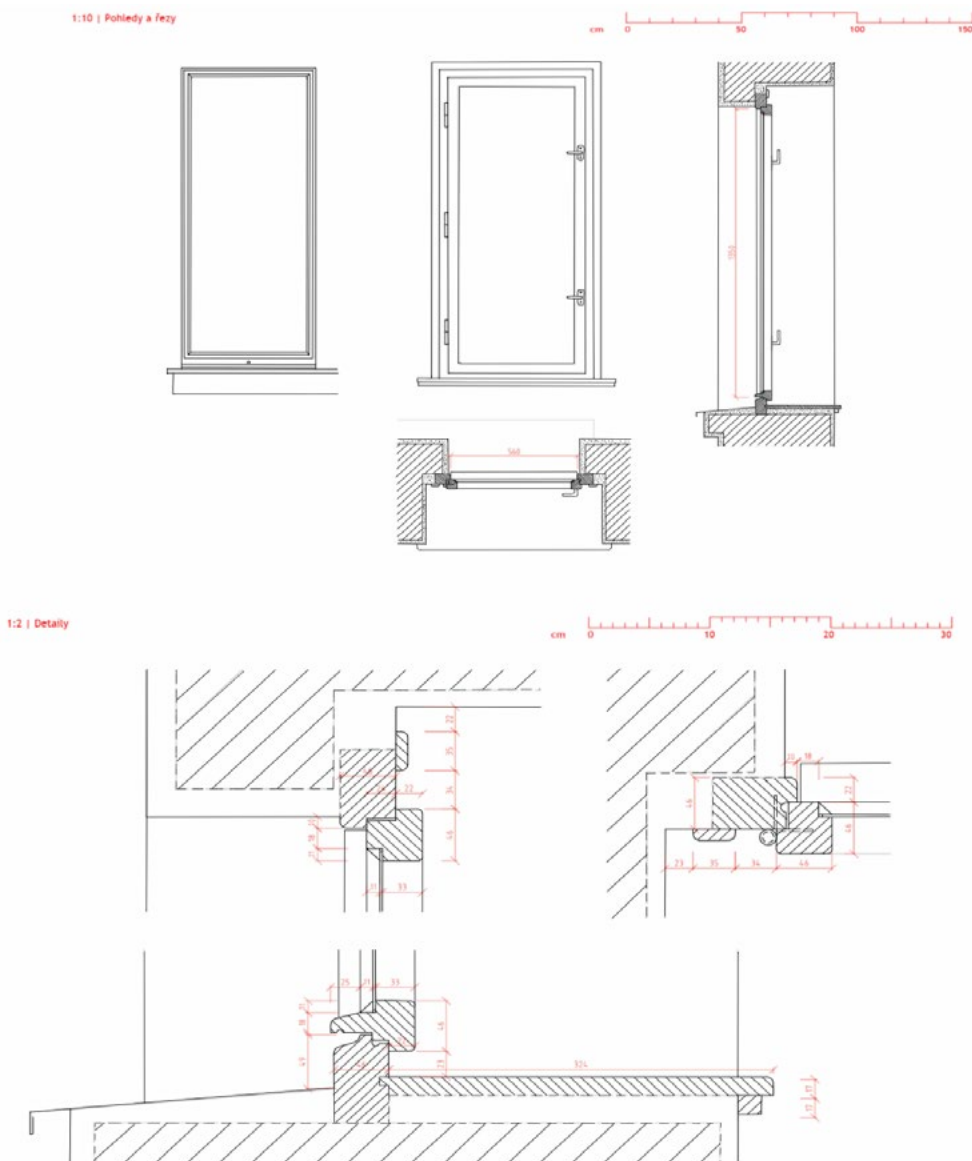
Typy oken dle konstrukčního uspořádání ráků jsou na Obr. 1.2.1.



Obr. 1.2.1 Podle konstrukčního uspořádání ráků

Jednoduchá

Skládají se z okenního rámu a okenního křídla. Mohou být zasklená jednoduchým sklem, dvojsklem, nebo trojsklem. Jednoduché jednokřídle okno (Obr. 1.2.2) je nejzákladnějším a nejméně nákladným typem otevíravého okna, s jakým se v architektuře můžeme setkat. Těmto oknům se často věnuje nemnoho pozornosti a připisuje minimum hodnoty. Přesto však tvoří neoddělitelnou součást dobové produkce a základní výbavu většiny objektů. Najdeme je především tam, kde se nepožadoval velký rozdíl v teplotě vnitřního a vnějšího prostředí, tedy např. na schodištích, chodbách, nevytápěných halách či spížích, ale také třeba u světlíků, kde se naopak předpokládala vyšší teplota vnějšího prostoru. Toto okno je nevelkých rozměrů a má výrazné vertikální proporce, což odpovídá kritériu nízkého pořizovacího nákladu. Jeho jediné, dovnitř otevíravé křídlo je zavěšeno na třech běžných závěsech a zajištěno dvěma půlolivami. Křídlo je sestaveno ze standardně profilovaných vlysů, ve spodní části vybavených okapnicí, a je v tomto období již ne zcela typicky ztuženo rohovými úhelníky. Rám okna je zasazen do jednoduše zalomeného ostění a připojovací spáry zakrývají z vnitřní strany ploché dřevěné lišty. Spodní profil rámu je stejně jako u jiných oken v objektu vybaven sběrnou drážkou s výtokovými otvory. Stejná drážka se nachází i na svislých profilech rámu, kde rovněž usměrňuje případně zateklou vodu do svislé spáry mezi rámem a křídlem. Jelikož je okno zasazeno do silné, masivní cihelné zdi, je opatřeno značně hlubokým vnitřním parapetem hloubky přes 30 cm, jaký častěji vidáme spíše u starších staveb. Poněvadž místnost nebyla přímo vytápěná, nebylo zapotřebí parapet vybavit ani drážkou pro sběr kondenzátu.



Obr. 1.2.2 Jednoduchá okna

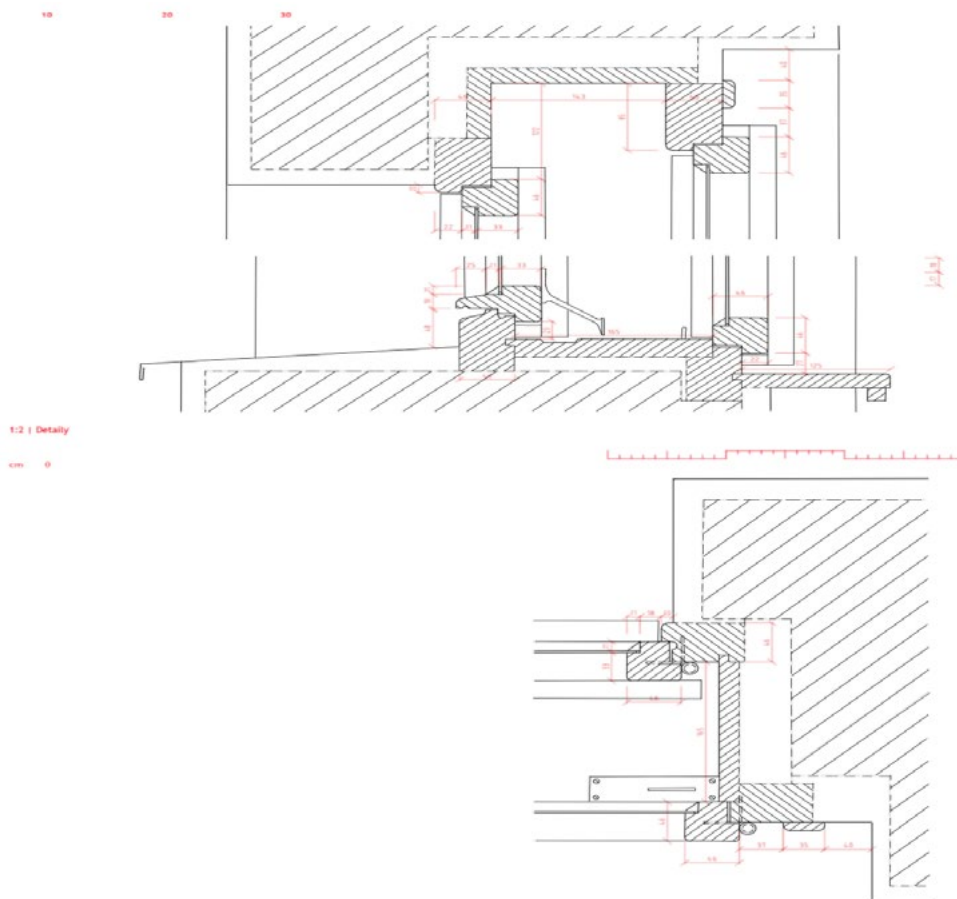
Dvojitě zasklená

Skládají se z jednoho okenního rámu upraveného pro zavěšení dvou okenních křídel, která jsou navzájem spojená.

Dvojitá

Skládají se ze dvou okenních rámu dvou křídel (Obr. 1.2.3). Okenní rámy jsou navzájem opticky spojené. Jeden z nejjednodušších typů špaletového okna představuje toto dvoukřídlé otvíravé okno. Ve funkcionalistické architektuře se s ním setkáme častěji u úsporných staveb, případně u místností s omezenými prostorovými podmínkami jako např. kuchyní nebo šaten. Od starších dvoukřídlých oken se odlišuje především nečleněnými křídly a pak přeci jen poněkud větší šířkou, danou možnostmi železobetonového překladu. V tomto případě má okno téměř čtvercové proporce, které jsou pro dvoukřídlá okna v období funkcionalismu charakteristické. Dovnitř otvíravá křídla se zajišťují rozvorovými tyčemi do skob a ovládají olivou. Vlysy křídel jsou zcela nezdobené, pouze mají zaoblené hrany a mírné zešíkmení v části klapačky. Jsou profilovány standardním způsobem do jedné polodrážky. Spodní vlysy mají polodrážky dvě a jsou navíc opatřeny okapnicí se zespoda vyfrézovanou drážkou. V rozích jsou křídla ještě tradičním

způsobem ztužena železnými rohovníky. Každé křídlo visí na třech zadlabaných závěsech s půlkulovou hlavou, velice typických pro dané období. Zasklena jsou běžným sklem tl. 2 mm pomocí sklenářského tmelu a kovových příchytů z vnější strany. Okenní špaleta je deštěná a vytváří v horní části prostor pro roletu; za tím účelem má horní vlys vnitřního rámu větší výšku. Dolní vlys vnějšího rámu je pak typickým způsobem opracován pro lepší odolávání povětrnosti – jeho horní plocha je zčásti zešíkmená směrem ven a v jeho polodrážce je vytvořena ještě půlkulatá drážka s výtakovými otvory na vnější parapet. Stejně půlkulaté drážky najdeme také na svislých částech rámu, kde slouží k usměrnění případné zateklé vody. Celek rámu je zasazen do zalomeného otvoru s přípojovací spárou zevnitř typicky krytou lištami. Jelikož je parapetní vyzdívka nepatrně tenčí než obvodová zeď, vzniká pod vnitřní parapetní deskou mělčina.



Obr. 1.2.3 Dvojitá okna

Základní terminologie oken

Pro správné pochopení konstrukce, funkčnosti a vlastností oken je nezbytné se seznámit se základní terminologií, která se v této oblasti používá. Porozumění základní terminologii oken je klíčové pro každého, kdo se zabývá jejich návrhem, výrobou, instalací nebo údržbou. Níže uvádíme nejdůležitější pojmy, které vám pomohou lépe se orientovat v oblasti okenní techniky.

Rám je nosná konstrukce okna, která obklopuje skleněnou výplň a poskytuje jí oporu. Rám může být vyroben z různých materiálů, jako je dřevo, plast (PVC), hliník nebo kombinace těchto materiálů.

Křídlo je pohyblivá část okna, která se otevírá a zavírá. Může být připevněno k rámu pomocí pantů nebo jiných mechanismů. Křídlo může být jednoduché, dvojitě nebo vícečetné, v závislosti na typu okna.

Skleněná výplň je část okna, která je vyrobena ze skla a umožňuje průchod světla. Skleněná výplň může být jednoduchá (jednovrstvá) nebo vícevrstvá (dvojsklo, trojsklo), což zlepšuje její izolační vlastnosti.

Závěsy jsou mechanické spoje, které umožňují otevírání a zavírání křídla okna. Závěsy mohou být umístěny na straně, nahoře nebo dole křídla, v závislosti na typu otevírání.

Těsnění je materiál, který je umístěn mezi rámem a křídlem okna, aby zabránil průniku vody, vzduchu a prachu. Těsnění může být vyrobeno z gumy, silikonu nebo jiných pružných materiálů.

Rámování je konstrukční prvek, který obklopuje skleněnou výplň a drží ji na místě v křídle. Rámování může být vyrobeno ze dřeva, kovu nebo plastu.

Lišta je dekorativní nebo funkční prvek, který je připevněn k rámu nebo křídlu okna a slouží k upevnění skleněné výplně nebo k zakrytí spojů mezi jednotlivými částmi okna.

Dělicí lišty jsou tenké pruhy materiálu, které rozdělují skleněnou výplň na menší segmenty. Tyto lišty mohou být dekorativní nebo funkční, zlepšující stabilitu a pevnost skleněné výplně.

Žaluziové nebo lamelové prvky jsou pohyblivé části, které mohou být integrovány do okna a umožňují regulaci množství světla, které vstupuje do místnosti. Mohou být vyrobeny z různých materiálů, včetně dřeva, kovu nebo plastu.

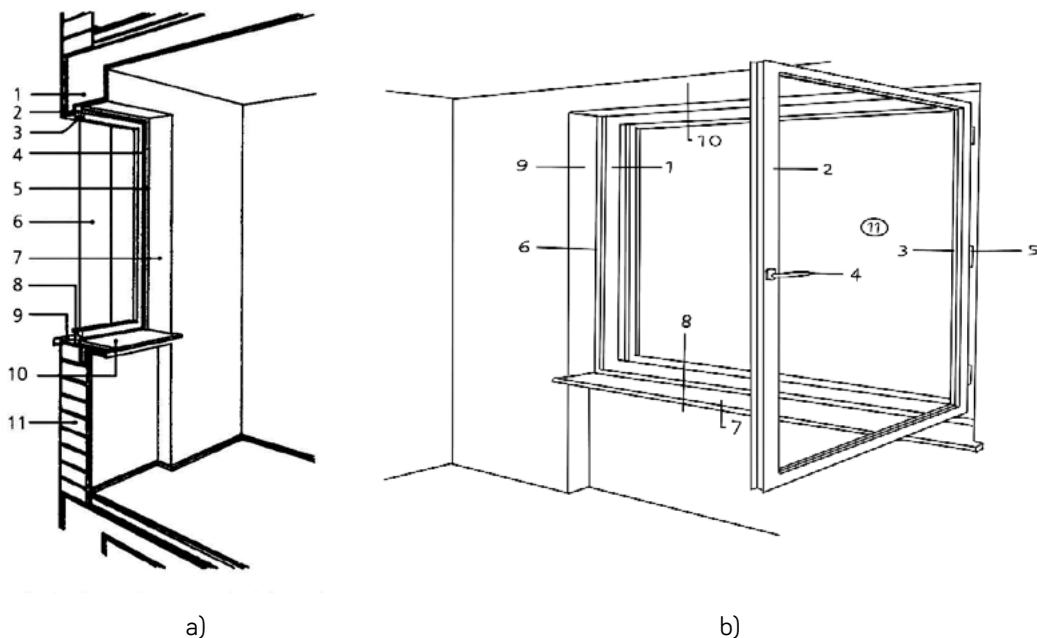
Kování zahrnuje všechny kovové součásti okna, jako jsou kliky, zámky, západky a další mechanismy, které umožňují ovládání okna. Kování může být povrchově upraveno různými způsoby, aby ladilo s designem okna.

Parapet je horizontální prvek, který je umístěn pod oknem. Může sloužit jako odkládací plocha a zároveň zajišťuje, aby voda stékající po okně nepoškozovala zdi budovy.

Okapnice je konstrukční prvek umístěný na dolním okraji rámu nebo křídla, který odvádí vodu pryč od okna, čímž zabraňuje jejímu pronikání do interiéru.

Větrací mřížky jsou prvky instalované v oknech, které umožňují regulovaný přívod čerstvého vzduchu do místnosti, aniž by bylo nutné otevírat celé okno.

Seznámení se s touto základní terminologií (Obr. 1.2.4 a, b) je prvním krokem k pochopení složitějších konceptů a technologií používaných při navrhování, výrobě a instalaci oken. Tato znalost je nezbytná pro každého, kdo pracuje v oblasti architektury, stavebnictví nebo designu, a usnadňuje komunikaci mezi odborníky i laiky.



Obr. 1.2.4 Části okna

- a) 1 – okenní rám, 2 – okenní křídlo, 3 – zasklívací polodrážka, 4 – uzávěr okna, 5 – okenní závěs, 6 – krycí lišty, 7 – parapetní deska, 8 – parapetní (ustoupené) zdivo, 9 – ostění, 10 – nadpraží, 11 – zasklení
- b) 1 – nadokenní překlad, 2 – ostění, 3 – okenní rám, 4 – okenní křídlo, 5 – boční svislý rám (vlýs), 6 – dolní vodorovný rám (vlýs), 7 – zasklení, 8 – lištování, 9 – vnější oplechování, 10 – parapet, 11 – vnitřní parapetní deska.

Kromě těchto rozdělení rozlišujeme okna z pohledu použitého materiálu. Těhle oblasti je věnovaná následujících podkapitolách.

1.3 MATERIÁLY PRO KONSTRUKČNÍ TVORBU A VÝROBU OKEN

Existuje obrovská variabilita ve formách a materiálech výplní otvorů. Od tradičních dřevěných oken po moderní hliníkové konstrukce. Tato variabilita umožňuje architektům a majitelům budov přizpůsobit vzhled otvorů podle konkrétních požadavků a estetických preferencí. V dnešní době jsou okna vyráběna z různých materiálů, avšak tyto materiály jsou od sebe velmi odlišné. Na jedné straně je dřevo, které je jedním z nejstarších stavebních materiálů a na druhé straně je plast, který se oproti dřevu používá velmi krátkou dobu. Někde mezi těmito dvěma materiály se nachází kov. Každý materiál má své vlastní uplatnění v závislosti na požadavcích zákazníka, architektonickém stylu a regionálních klimatických podmínkách. Moderní technologie a inovace v oblasti materiálů umožňují výrobu oken, která spojují estetiku, energetickou efektivitu a odolnost.

Různé země a regiony mají různé preference a tradice, které ovlivňují podíly materiálů na výrobě oken. Zde jsou některé významné trendy v jednotlivých částech Evropy.

Skandinávie (Norsko, Švédsko, Finsko):

Dominantní materiál: Dřevo.

Podíl dřeva: Více než 70 %.

Důvod: Skandinávské země mají dlouhou tradici v práci s dřevem a preferují jeho přírodní vzhled a tepelné izolační vlastnosti.

Západní, střední a východní Evropa (Německo, Česko, Polsko, Slovensko, Ukrajina, Maďarsko, Turecko):

Dominantní materiál: PVC.

Podíl PVC: Až více než 70 %.

Důvod: PVC nabízí dobré izolační vlastnosti, nízkou náročnost na údržbu a relativně nízké náklady. Moderní technologie také umožňují různé designové možnosti.

Jižní Evropa (Španělsko, Itálie, Řecko):

Dominantní materiál: Hliník.

Podíl hliníku: Španělsko přes 70 %, Itálie více než 37 %, Řecko přes 40 %.

Důvod: Hliník je odolný vůči povětrnostním vlivům, poskytuje moderní vzhled a je oblíbený ve stavebnictví s teplejším klimatem.

Švýcarsko:

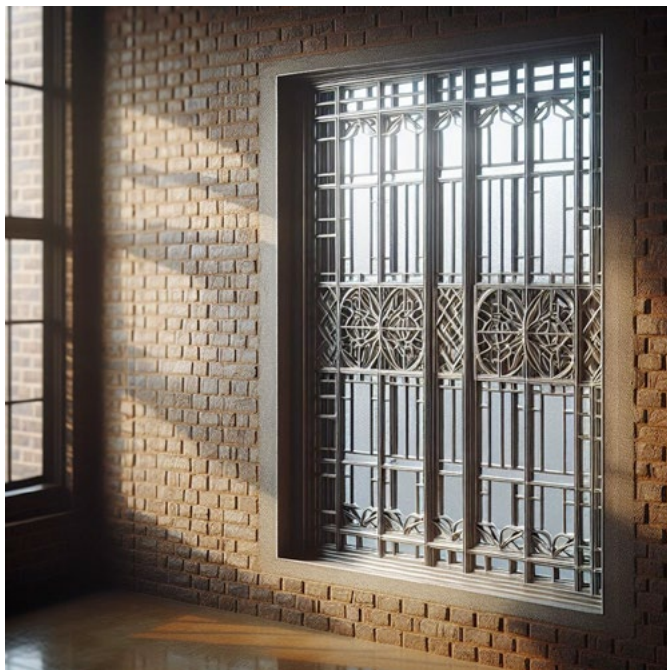
Kombinovaný podíl: Dřevo-hliník.

Podíl kombinace: 27 %.

Důvod: Kombinace dřeva a hliníku poskytuje výhody obou materiálů – tepelnou izolaci dřeva a odolnost hliníku.

Tato rozmanitost v preferencích materiálů závisí na historických tradicích, klimatických podmínkách, cenové dostupnosti a designových trendech v daných regionech. Je také třeba vzít v úvahu ekologické hledisko a rostoucí trendy v oblasti udržitelnosti, které mohou ovlivnit preference materiálů v budoucnosti. V dnešní době jsou okna vyráběna z různých materiálů, avšak tyto materiály jsou od sebe velmi odlišné. Na jedné straně je dřevo, které je jedním z nejstarších stavebních materiálů a na druhé straně je plast, který se oproti dřevu používá velmi krátkou dobu. Někde mezi těmito dvěma materiály se nachází kov, hliník.

Stejně jako dřevo, patří mezi tradiční a podstatné materiály kov. Kovová okna (Obr.1.3.1) mají historický precedent v chrámové architektuře, do civilních staveb 20. století ale přešla především z architektury průmyslové. Ocelová okna byla pro avantgardní architekturu lákavá z několika důvodů. Architekti funkcionalismu pracovali s představou o stavbě jako prostorovém objemu potaženém tenkou obálkou, perforovanou na potřebných místech osvětlovacími otvory.



Obr. 1.3.1 Kovové okno

Ocel nabízela možnost větší subtility okenních ráků a tím i jejich vizuální potlačení ve prospěch vnímání okenního otvoru jako celistvé abstraktní plochy. S tím souvisela i barevnost, která byla často volena opět tak, aby rámy působily tmavě a opticky splývaly se zasklením. Pro ocel promlouvaly také praktické důvody. Ocelové profily jsou únosnější než dřevěné a lze s nimi dosáhnout znatelně větších rozměrů okenních křidel. Ocel také není ohrožena sesycháním, kroucením či borcením, takže při dobré údržbě mohou mít kovová okna delší životnost. V této souvislosti je vhodné zmínit povrchovou úpravu kovových oken, již museli výrobci věnovat patřičnou pozornost. Obvykle byl nátěr dvoustupňový – pro základní, antikorozní vrstvu se používal sytý oranžový suškový nátěr, na něj následovaly obvykle alespoň dvě vrstvy nátěru olejového či v pozdější době syntetického. U starších oken průmyslových se používala téměř vždy jen jednoduchá zasklení, a pro použití v civilních stavbách konstruktéři potřebovali přijít s odpovědí na zvýšené nároky tepelného komfortu. Velice záhy se tak rozšířilo používání ocelových oken s dvojitým zasklením. Skla byla zasazena samostatně, ale do jediného rámu, se vzduchovou mezerou šířky obvykle 4 cm. Oproti dřevěným oknům se obvykle tmelila pouze vnější skla, vnitřní byla upevněna lištami. Vzhledem k často větším rozměrům kovových křidel se používaly tabule skla tloušťky 5–8 mm, masivnější než u oken dřevěných, kde byla obvyklá tloušťka skel 2–3 mm. Zvláště pro použití v kovových oknech se na domácím trhu objevilo několik inovativních typů silných skel se zrcadlovým povrchem. Výrobci je prezentovali jako výhodnější v parametrech tepelné izolace, zvukové izolace a také údržby. Známými obchodními značkami byla např. skla Miroglace nebo Thermolux. Použití dvou skel si vyžádalo změnu v profilaci křidel a ráků. V průmyslové architektuře se používaly nejčastěji jednoduché pruty průřezu T, které dostačovaly pro drobné skleněné tabulky, ale nikoli pro velká dvojitá skla. Pro dosažení větší nosnosti se rámy a křídla u pozdějších kovových oken sestavovaly z několika profilů. Profily se vyráběly metodou válcování a mohly mít základní tvary L, T, U nebo uzavřeného průřezu, ale také tvary složitější. Jejich skládáním a svařováním vznikaly jednodušší či složitější útvary, které měly desítky variací, jelikož každý výrobce si navrhoval svůj vlastní sortiment. Obdobně pestrá byla nabídka způsobů otvírání, od otvíravých, posuvných, výklopných, výklopně sklopných k různě kombinovaným způsobům. Asi neoriginálnější jsou v tomto ohledu okna patentu Kraus, zřejmě vůbec nejproslulejší kovová okna dobové domácí produkce. Bratislavská firma Kraus vyvinula unikátní překlápěcí systém dvou spojených křidel. Jedno křídlo se otáčelo kolem své vertikální osy, druhé jím bylo při otvírání taženo v rámu. Při úplném otevření se dvě křídla složila jako harmonika do stejné polohy a v interiéru tak nijak nepřekážela. Umožňovala tím propojit interiér a exteriér stejně plynule jako posuvná okna, ale netrpěla jejich problémy se složitou údržbou. Soustavu šlo celou instalovat otočenou o 90° a vytvořit tak vlastně okno výsuvné. Okno také mohlo být vybaveno nadsvětlíkem s větracími šterbinami. Unikátní bylo i způsobem konstrukce. Nešlo o okna čistě ocelová, ale o kombinovaný systém, kde byly do kovového profilu křídla po celém obvodu vloženy dubové hranoly. Dobová reklama uvádí, že je tím dosaženo 50% úspory materiálu oproti běžným železným oknům a že je díky tomu dokonalejší těsnění, jelikož na sebe nedoléhají přímo kovové plochy, nýbrž pružnější dřevo. Lze dodat, že se tím zlepšil tepelně izolační vlastnosti okna, jelikož dřevěná vložka částečně přerušil tepelný most, který dutý ocelový rám jinak představuje. Nevýhodou kovových oken byla jejich vyšší cena, pramenící nejen z použití nákladnějšího materiálu, ale také z nutnosti výroby průmyslovým způsobem.

Kovová okna jsou v současnosti reprezentována především okny ze slitin hliníku a uplatňují se na náročných objektech občanského charakteru. Kovová okna mají vysoký součinitel tepelné vodivosti, což způsobuje problémy při plnění tepelně technických požadavků kladených na okna. Kovové okenní profily představují výrazné tepelné mosty. S pomocí moderních výrobních technologií už výrobci kovových oken umějí tepelné mosty přerušit vložením vysoce účinného izolantu do jejich ráků. Vlysy oken s přerušeným tepelným mostem sestávají ze dvou profilů, které spojuje izolant s nízkou tepelnou vodivostí. Může to být například polyamid vyztužený skelným vláknem, tvrzený polyuretan apod. Tyto materiály mají tepelně izolační funkci a zároveň musejí zabezpečovat statickou únosnost rámového profilu jako celku. Ocelové profily, popřípadě profily ze slitin hliníku se nejčastěji vyskytují u objektů, kde je kladen požadavek na zatížení a statickou bezpečnost.

Relativně nedávno umožnily nové technologie vyrábět okenní rámy z plastů. Plasty vyrobené staršími technologiemi při teplotě nižší než –10 °C křehly a ztrácely svou elasticitu. Počáteční malá statická tuhost plastů se v okenních systémech kompenzovala vkládáním kovových profilů do polotuhých komor. V počátcích byly plastové rámy vyráběny z měkčeného PVC, který byl nahrazen extrudovanými profily PVC. Výztuž v plastovém okně má za úkol přenášet mechanické namáhání okna přes kotvení okna do stavby. V průběhu několika let však výrobci

přepřacovali jak technologie výroby plastů, tak i geometrii profilů. Čím důmyslnější profil, tím jistější tvarová stabilita. Plastová okna jsou rozměrově přesná, odolávají povětrnostním vlivům a nekrouťí se. Rozhodující pro kvalitu a funkčnost oken je konstrukce profilů. Plastová okna jsou nejrozšířenějšími výrobky na současném trhu. Podíl na trhu je odhadován na 60 %.

Okna ze skleněných tvárnic (hovorově luxfer) k zasklení neotvíravých oken byly ve 20. století používány tvárnice z čirého nebo barevného skla. Starší tvárnice měly například vaničkovitý, baňkovitý nebo polygonální tvar. Později byly zpravidla ploché, čtvercové nebo obdélníkové. S výztuží ve spárách se užívaly i na vodorovné konstrukce, případně klenby.

Kombinací těchto tří materiálů (dřevo-plast, dřevo-kov, kov-plast) vznikly rámy kombinované. V dnešní době se vyskytují okenní výplně s různým konstrukčním řešením ráků. Plastové rámy s ocelovými výztuhami a pěti až osmi vzduchovými komorami. Do komor plastových ráků (především pro objekty s nízkou energetickou náročností) se vkládá tepelně izolační vrstva. Dřevěné rámy se provádí také v kombinacích s tepelně izolační vrstvou z korku nebo polyuretanu. Tato izolační vrstva je vložena do vyfrézovaných dutin. Dřevěné i plastové rámy se vyrábí také v kombinaci s eloxovaným hliníkem na vnější straně. V dnešní době se nejvíce kombinuje dřevo s hliníkem a vznikají okna nazývaná dřevohliníková okna.



Obr. 1.3.2 Hliníkové profily

Výrobu dřevohliníkových oken lze rozdělit do dvou základních výrobních technologií. Levnější výrobní technologie spočívá v „pouhém“ opláštění dřevěných oken hliníkem pomocí hliníkových klipů. Dřevěná část okna je vyrobena ve stejném profilu jako eurookno, kde sklo je zasklené z interiérové strany pomocí zasklívací lišty a poté je okno osazeno hliníkovými profily z venkovní strany. Druhý způsob výroby spočívá v jiném profilu dřevěné části okna, než je eurookno. Tento profil musí být přizpůsoben tvaru hliníkového profilu (Obr. 1.3.2), který je z exteriérové strany okna. Zasklení je z venkovní strany okna a zasklívací lišty jsou nahrazeny hliníkovým profilem křídla okna. Tento způsob je estetičtější než první způsob a nabízí daleko širší výběr hliníkových profilů. Tímto způsobem lze dřevohliníková okna rozdělit na rustikální a integrálová dřevohliníková okna. Výhoda integrálových dřevohliníkových oken spočívá v tom, že můžeme „dovést“ ostění téměř až ke sklu okna a tím vznikne velmi estetický prvek, který bude mít i lepší tepelně izolační vlastnosti. V poslední době dochází i ke kombinaci plastu s hliníkem, kdy se okna v této kombinaci nazývají plastohliníková okna. Opláštění plastových oken z exteriéru pomocí hliníkových plechů – ALU klipů má své opodstatnění z několika důvodů. Jedním z nich je estetický dojem, kdy exteriérový vzhled okna vypadá jako

z celohliníkového profilu, přičemž se jedná o levnější verzi, než kdyby byla otvorová výplň opravdu celohliníková. Hlavním důvodem, proč se plastová okna opláštějí, je ochrana před slunečním svitem a rostoucí teplotou na povrchu rámu a křidel. Tuto vysokou teplotu zachytává hliníkové opláštění, které jí z velké části absorbuje a nepřenáší na plastový profil. Tímto ho chrání před zkroucením a deformacemi. V obou kombinacích je hliník osazen z venkovní strany, kde jsou využity jeho přednosti, a to zejména schopnost odolávat povětrnostním vlivům. V obou variantách je největší nevýhodou pořizovací cena. V případě dřevohliníkových oken je pořizovací cena vyšší zhruba o 50 %. Je ale nutno brát v potaz, že se jedná o okno, které kombinuje to nejlepší z obou materiálů. Z interiérové strany estetické a na dotek velmi příjemné dřevo a z exteriéru hliník, který je velmi odolný povětrnostním vlivům. Níže je uvedeno několik výhod a nevýhod plastových a dřevěných oken.

PLASTOVÁ OKNA	DŘEVĚNÁ OKNA
+ výhody +	+ výhody +
téměř bezúdržbová	hodnotnější vzhled
nižší cena	při správné údržbě dlouhá životnost
odolná při nešetrném používání	přírodní materiál – menší ekologická zátěž
– nevýhody –	– nevýhody –
nižší pevnost v namáhaných místech	vyšší cena
nevhodné pro historické objekty	nutná pravidelná údržba po mytí
vysoká ekologická zátěž	složitější údržba

1.3.1 Dřevo a materiály na bázi dřeva

Dřevo má příjemný a přirozený vzhled, který oslovuje mnoho lidí. Jeho struktura a barva dodávají teplejší a přátelský dojem. Letokruhy v dřevě jsou vizuálně zajímavé a poskytují možnost nahlédnout do historie stromu. Každý letokruh je svědkem určitého období a podmínek, což dává dřevu jedinečnost. Dřevěná okna jsou neopakovatelná a originální. Každý kus dřeva je odlišný, což dává každému oknu jedinečný charakter. To může být atraktivní pro ty, kteří ocení individualitu. Okno není pouze prvkem architektury, ale také spojením domova s vnějším světem. Dřevěná okna umožňují kontakt s přírodou. Díky nim do domu proniká světlo, a tím i atmosféra a energie z vnějšího prostředí. Přinášejí estetiku, ale i praktičnost a bezpečnost bydlení. Dřevo není pouze estetickým prvkem, ale také funkčním a bezpečným materiálem pro výrobu oken. Dřevěné okenní výplně patří k tradičnímu materiálu již po mnoho staletí, dřevo bylo nejdostupnějším přírodním materiálem. K výrobě dřevěných oken se používají jednak domácí dřeviny (smrk, borovice, dub), jednak dřeviny exotické (meranti, mahagon, teak a oregonská borovice). Čím je dřevo měkčí, tím je náchylnější ke změnám tvaru vlivem vlhkosti. Základním předpokladem kvality dřevní hmoty na výrobu oken je vlhkost, která nesmí překročit 12 %. Dřevěné okenní profily se dnes vyrábějí z jednoho masivního kusu dřeva jen výjimečně. Na jejich výrobu se používají vícevrstvé lepené profily, které zaručují tvarovou stálost profilů tím, že vyrovnávají napětí v jednotlivých prvcích okenních konstrukcí. Dřevo je nejvhodnějším materiálem pro výrobu i atypických oken (např. obloukových nebo šikmých). Mnohá dochovaná starší okna jsou vyrobena z dubového dřeva. V 19. a 20. století byly již převážně používány jiné druhy dřeva, zejména borovice. Pro výrobu vnějších oken nicméně nebylo používáno méně odolné dřevo smrkové. Původní druhy dřeva by měly být preferovány i při opravě. Používá se výhradně dřevo kvalitní, bez suků, husté, řádně vyschlé. Pokud jde o kolíčky v různých spojkách a dřevěné hřeby, bývaly vyráběny z tvrdého, nejčastěji dubového dřeva.

SMRK

- nejpoužívanější dřevina pro výrobu oken a dveří
- smrkové dřevo je bez znatelného jádra, světle nažloutlé s výrazně barevně odlišnými vrstvami dřeva jarního a letního v letokruhu
- dřevo je lehké, pružné a pevné, pro své výborné fyzikálně – mechanické vlastnosti je pro výrobu oken těžko nahraditelné

BOROVICE

- vyšší obsah pryskyřice podporuje lepší odolnost vůči povětrnostním vlivům
- charakteristická je zvýrazněná struktura a kresba dřeva
- dřevo je lehké, pružné a pevné, pro své výborné fyzikálně – mechanické vlastnosti je pro výrobu oken těžko nahraditelné
- vhodné pro většinu odstínů lazur s výjimkou bílé barvy a velmi světlých odstínů

DUB

- tvrdá, těžká, pevná a trvanlivá dřevina
- mohutné světlé až tmavohnědé jádro a úzká světle zbarvená běl

MERANTI

- nejžádanější tropická dřevina pro výrobu oken a dveří v Evropě
- jádro červenohnědého zbarvení od světlejších až po tmavé tóny
- polotvrdé dřevo s velice malou objemovou roztažností a vysokou tvarovou stálostí
- odolné proti povětrnostním vlivům, houbám a plísním

V České republice pokrývá lesní porost přibližně 35 % celkové rozlohy země, což vytváří značný potenciál pro využívání dřeva jako stavebního materiálu. Pro konstrukce ze dřeva je možné využít jak jehličnaté, tak listnaté dřeviny, které se vyznačují vhodnými fyzikálními a mechanickými vlastnostmi. V praxi se však nejčastěji setkáváme s použitím dřeva jehličnatých stromů, přičemž dominujícím druhem je smrk.

Dřevo jehličnatých dřevin je oblíbené zejména pro svou dostupnost, relativní lehkost a příznivé mechanické vlastnosti, které z něj činí ideální volbu pro konstrukční prvky, jako jsou nosníky, sloupy nebo stěnové panely.

Na druhou stranu, dřevěné spojovací prvky, jako jsou hmoždinky, kolíky a další speciální součásti konstrukce, se často vyrábějí z tvrdých listnatých dřevin, přičemž nejčastěji se využívá dub. Dubové dřevo je ceněno pro svou vysokou pevnost, odolnost a estetické vlastnosti, což ho činí ideálním pro aplikace, kde je kladen důraz na trvanlivost a vzhled.

Díky rozmanitosti dřevin a jejich specifickým vlastnostem má dřevo jako stavební materiál široké spektrum využití, a to jak v tradičním, tak moderním stavebnictví. Vzhledem k ekologickému aspektu a obnovitelnosti dřevních zdrojů se očekává, že jeho popularita v oblasti stavebnictví bude nadále růst.

Podle tvaru příčného průřezu se dřevo na stavební konstrukce dělí na:

- deskové řezivo - pravouhlý průřez tloušťky do 100 mm se šířkou alespoň dvě tloušťky
 - prkna – tloušťky 15, 18, 24 a 32 mm
 - fošny – tloušťky 38, 45, 50, 60, 75 a 100 mm
- hraněné řezivo - pravouhlý průřez od 25 cm² se šířkou maximálně dvě tloušťky
 - hranolky – průřezová plocha od 25 cm² do 100 cm²
 - hranoly – průřezová plocha nad 100 cm²
 - drobné řezivo – průřez méně než 25 cm²
 - lišty – průřezová plocha do 10 cm²
 - latě – průřezová plocha nad 10 cm²
 - polohraněné řezivo (polohraněné trámy, polštáře)
 - výřezy pro stavební účely (sloupy, piloty apod.)

Dovolená vlhkost dřeva na stavební konstrukce je stanovena podle druhu a použití konstrukčních prvků a částí v normě.

Dovolená vlhkost dřeva na stavební konstrukce:

Vlhkost dřeva (%)	Použití dřeva
nejvýše 10 %	spojovací součásti (hmoždíky, kolíky, klíny ap.) a prvky vystavené dlouhodobým zvýšeným teplotám nepřevyšujícím 55 °C
nejvýše 15 %	lepené prvky
nejvýše 20 %	konstrukční prvky spojované hřebíky ¹⁾ , svorníky, kovovými hmoždíky apod.
nejvýše 25 %	prvky vystavené nechráněné expozici, u kterých vysychání dřeva není na závadu
bez omezení	prvky, které budou trvale ve vlhkém nebo mokřém prostředí

Uvedené vlhkosti platí pro zpracování dřeva (výrobu konstrukčních prvků).

¹⁾ Hřebíkované konstrukce se doporučuje vyrobit ze dřeva vysušeného na vlhkost nejvýše 18 %.

Z hlediska jakosti dřeva se na dřevěné konstrukce nebo nosné prvky ze dřeva musí používat dřevo zvláště vybrané pro tento účel. Pro třídění dřeva platila ČSN 491531-1, od r. 2004 platí ČSN 732824-1.

V současné době materiálové charakteristiky nalezneme v ČSN EN 338.

Podle těchto norem se u deskového a hraněného řeziva rozlišují tyto třídy:

ČSN 491531-1: třída S0, SA,	ČSN 732824-1: třída S13,	ČSN EN 338: třída pevnosti C27,
třída SI, SB,	třída S10,	třída pevnosti C22,
třída SII,	třída S7,	třída pevnosti C16,

Současně tato norma ruší možnost přímého použití řeziva nebo přířezů obchodní jakosti na dřevěné konstrukce nebo nosné prvky ze dřeva. U řeziva obchodní jakosti se rozlišují jakosti:

- jehličnatého deskového řeziva (I, II, III, IV),
- jehličnatého hraněného a polohraněného řeziva (I, II),
- listnatého řeziva (I, II, III, IV).

Polohraněné řezivo na staveb. konstrukce se třídí analogicky jako hraněné řezivo, zpravidla se používá v jakosti SI (S10).

Výřezy na stavební účely (označení SP) musí být odkorněny a musí vyhovovat jakosti III s omezeními z hlediska suků.

Dřevěné spojovací součásti (hmoždíky, kolíky apod.) musí být ze zdravého dřeva bez suků a jiných vad, s vlákny rovnoběžnými s podélnou osou prvku.

Výběr a třídění dřeva na stavební konstrukce provádí buď výrobce dřevěné konstrukce, nebo pilařský závod. Každý tříděný prvek musí být označen. Značení musí obsahovat minimálně:

- a) jakostní třídu,
- b) dřevinu nebo kombinaci dřevin,
- c) normu, podle které se třídilo,
- d) označení výrobce umožňující identifikaci osoby, zodpovědné za třídění.

Příklady značení:

- a) Hranol (hraněné řezivo) třídy S10 z borovicového dřeva se označí:
H-S10-BO-ČSN 73 2824-1 + označení výrobce,
- b) Deskové řezivo (např. fošna) třídy S13 ze smrkového dřeva se označí:
D-S13-SM-ČSN 73 2824-1 + označení výrobce.

Mezi hlavní přednosti dřevěných oken patří jejich fyzikální vlastnosti, a to především tepelně izolační, které se po jeho životnost zásadně nemění a při pravidelné údržbě je zajištěna velmi dlouhá životnost. Dřevo je přirozený

izolátor. Jeho struktura zahrnuje mikroskopické vzduchové kapsy, které pomáhají redukovat přenos tepla mezi interiérem a exteriérem. To přispívá k udržování příjemné teploty uvnitř domu a snižuje náklady na vytápění nebo chlazení. Má nižší tepelný vodivostní koeficient ve srovnání s mnoha jinými stavebními materiály. Tato vlastnost znamená, že dřevo je efektivní při udržování tepelné pohody v interiéru. Je schopné absorbovat a uvolňovat vlhkost v závislosti na okolních podmínkách. To může přispět k udržení optimální úrovně vlhkosti uvnitř domu. Přidává do interiéru příjemný vizuální prvek a vytváří teplejší a příjemnější atmosféru ve srovnání s některými jinými materiály. Dřevo je snadno opracovatelné, což umožňuje výrobu oken s různými tvary a velikostmi. Tato flexibilita usnadňuje přizpůsobení dřevěných oken specifickým designovým požadavkům. Celkově lze říct, že tepelná izolace je klíčovou výhodou dřevěných oken, což je zvláště důležité pro energetickou účinnost domů a pohodlí obyvatel.

Limitem tvaru a rozměru dřevěných oken jsou komponenty jako sklo a kování nebo schopnosti výrobce, neboť dřevěná okna lze velmi dobře individualizovat na přání zákazníka, ať už se jedná o atypický tvar, čímž může být i 3D okno nebo různé ozdobné prvky, které mohou být osazeny, či vyfrézovány do okna. Takto rozsáhlé individuální úpravy neumožňuje žádný jiný materiál. Velkou výhodou dřevěných oken je jejich poměrně snadná oprava vzniklého poškození povrchové úpravy, a to i případné mechanické poškození vzniklé například domácími mazlíčky nebo zloději.

Výběr dřeva může být pro lidi, kteří se zajímají o udržitelnost a ochranu životního prostředí, atraktivní možností, neboť správná praxe v lesnictví a výrobě může napomoci k ochraně lesních ekosystémů a zachování biodiverzity. Nesmíme opomenout, že dřevo je nejekologičtějším materiálem, který se na planetě Zemi vyskytuje, a to díky tomu, že stromy při svém růstu zbavují atmosféru uhlíku prostřednictvím fotosyntézy tak, že vážou CO_2 a uhlík z něj uskladňují do biomasy. Tento uhlík je uskladněn ve dřevě, a to po celou dobu jeho životnosti. Při rozkladu dřeva se uhlík uvolní zpět do atmosféry a stane se zdrojem skleníkových plynů. Tím, že se vytěžený les znovu zalesní, tak celý cyklus začne znovu a nové stromy budou opět absorbovat uhlík a dojde tak k rovnováze. Většinu současně vyráběných dřevěných oken nesmíme však spalovat doma, protože obsahují různé chemikálie jako například lepidla a nátěry. Z ekologického hlediska lze dřevěné okno označit jako nejvhodnější otvorovou výplň, protože základ okna je tvořen ze dřeva a samotná výroba dřevěných oken je i energeticky nejméně náročná. Největší nevýhodou dřevěných oken oproti plastovým oknům je výrazně vyšší pořizovací cena. Je nutno ale podotknout, že toto tvrzení platí především u méně kvalitních plastových oken (profil může například obsahovat menší počet komor, možná absence kovových výztuh). Fakt, že dřevěná okna jsou dražší, je do jisté míry vykompenzován přidanou hodnotou, kterou dřevěná okna mají, neboť dřevěná okna jsou považována za známku luxusu. Tím, že na povrch dřevěných oken působí mnoho klimatických podmínek, jako je slunce, sníh, déšť, kroupy a mechanická zátěž, je nutné se každoročně starat o exteriérový povrch ošetřujícím přípravkem, který ošetří případné vzniklé mikropřaskliny laku. Další nevýhodou dřevěných oken (Obr. 1.3.3) je vlastnost dřeva přijímat vzdušnou vlhkost, která vede k poškození okna. Tento problém nastává při dlouhodobé vysoké vlhkosti dosahující hodnotu okolo 70 % v interiéru. Při dlouhodobém překročení této hodnoty dochází k poškození nejen kování oken, ale u dřevěných oken dojde k poškození venkovního laku. To je způsobeno příliš velkým výparem způsobeným slunečním zářením. Toto poškození vzniká i přesto, že se používají paropropustné lazury. Vlivem vysoké vzdušné vlhkosti dochází i k bobtnání a sesychání dřeva a tímto jevem může docházet k tvarové deformaci dřevěného okna.



Obr. 1.3.3 Dřevěné okno

V současné době je eurookno nejprodávanějším oknem na bázi dřeva. Je to díky jeho dobrým vlastnostem a příznivé ceně ve srovnání s ostatními okny na bázi dřeva. Eurookno je dřevěné okno jednoduché, které je vyrobeno z třívrstvých nebo čtyřvrstvých eurohranolů. Jednotlivé vrstvy eurohranolů jsou tvořeny vzájemně slepenými přibližně 30 cm dlouhými přířezy, které jsou vybrány tak, aby splňovaly stanovené normy. Spojení je řešeno pomocí cinkového spoje. Cinkové spoje jednotlivých vrstev nesmějí být nad sebou. Jako pojivo se používá disperzní lepidlo s vlastnostmi D4. Rozlišují se dva základní typy eurohranolu, cinkový (napojovaný) a fixní (nenapojovaný). Fixní hranol má vrchní pohledové plochy vyrobené z radiálního dřeva bez cinkového spoje. Cinkovaný eurohranol je díky své nižší ceně používánější. Eurohranoly díky své lepené konstrukci zajišťují oknům tvarovou stálost, která je nezbytná k dosažení požadovaných vlastností okna. Eurohranoly jsou vyráběny z různých druhů dřevin. Je to například smrk, borovice, modřín, dub nebo z exotických dřevin například meranti. Nejpoužívanějším materiálem je smrk, a to z důvodu, že má nejlepší poměr cena/ kvalita. Borovice má vysoký obsah pryskyřice a při opracovávání dochází k zanášení nástrojů, které se poté musí čistit, například pomocí louhové lázně. Vysoký obsah pryskyřice může také způsobovat vytékání prosmolů na povrchu hotového okna. Toto vytékání prosmolů je způsobeno zvýšením povrchové teploty vzniklé slunečním zářením. Pro tyto zmíněné důvody není borovice výrobci příliš doporučována. U pórovitých dřevin, jako je například dub nebo meranti, je nutné použít při nanášení barvy plnič pórů, který póry zalije a následně nanesený lak bude hladký. Bez použití plniče by vrchní lak nevytvořil souvislou vrstvu, čímž by došlo k výraznému snížení jeho životnosti, a tím i ke snížení životnosti celého okna.

1.3.2 Zasklení – skleněné systémy

Zasklení oken představuje klíčový prvek nejen z hlediska estetického, ale také z pohledu funkčnosti, energetické účinnosti a komfortu v budovách. Skleněné systémy používané v oknech se vyvíjely spolu s technologickými pokroky a dnes nabízejí širokou škálu možností, které lze přizpůsobit specifickým požadavkům každého projektu. Sklo, které nám umožňuje vidět ven a současně chrání interiér před povětrnostními vlivy, má za sebou fascinující a složitý výrobní proces. Tento proces začíná výběrem základních surovin – křemičitého písku, sody a vápence – které se míchají v přesně stanovených poměrech. Tato směs se poté zahřívá v pecích na teplotu přesahující 1500 °C, aby se dosáhlo homogenní roztavené hmoty. Po roztavení následuje fáze formování, kde se používají různé techniky k vytvoření tabulí skla. Jednou z nejpoužívanějších metod je plavení skla na roztavené cínové lázni (float glass), což zajišťuje dokonale hladký a rovný povrch. Tento proces, vyvinutý v polovině 20. století, způsobil revoluci ve výrobě plochého skla a dodnes je standardem pro výrobu vysoce kvalitních skleněných tabulí. Po formování se sklo pomalu chladí ve speciálních pecích, aby se předešlo vzniku vnitřních pnutí a prasklin. Tento krok, nazývaný žíhání, je klíčový pro zajištění pevnosti a stability skla. Následně je sklo řezáno na požadované rozměry a podrobeno dalším úpravám, jako je broušení hran, vrtání otvorů či aplikace povrchových vrstev. Moderní skleněné systémy často obsahují několik vrstev skla oddělených vzduchovými nebo plynovými mezerami, které výrazně zlepšují jejich

tepelně izolační vlastnosti. Dvojitě nebo trojitě zasklení je dnes standardem v energeticky úsporných budovách, přičemž nízkoemisní (Low-E) vrstvy dále zvyšují účinnost tím, že odrážejí teplo zpět do místnosti. Evropské sklárny jsou známé svou schopností kombinovat tradiční řemeslné techniky s moderními technologiemi, což vede k výrobě skla, které je nejen funkční, ale také esteticky vynikající. Vysoká kvalita evropského skla je výsledkem pečlivého zpracování a neustálých inovací, které zajišťují, že skleněné výplně oken splňují nejvyšší standardy pro optické vlastnosti, bezpečnost a energetickou účinnost. Při výběru oken je důležité zvážit nejen estetiku a tepelně izolační vlastnosti, ale také akustickou izolaci. Přestože akusticky izolační sklo může být nákladnější, jeho přínosy v dlouhodobém horizontu často převáží počáteční investici.

Níže uvádíme přehled hlavních typů zasklení a jejich vlastností.

Jednoduché sklo

Charakteristika: jedna vrstva skla, která je nejzákladnějším typem zasklení.

Výhody: nízká cena, snadná výroba a instalace.

Nevýhody: slabá tepelná a zvuková izolace, náchylnost k rosení.

Dvojitě zasklení (dvojsklo)

Charakteristika: dvě vrstvy skla oddělené vzduchovou nebo plynovou mezerou (obvykle argon nebo krypton).

Výhody: lepší tepelná a zvuková izolace ve srovnání s jednoduchým sklem, redukce rosení.

Nevýhody: vyšší cena, větší hmotnost.

Trojitě zasklení (trojsklo)

Charakteristika: tři vrstvy skla s dvěma mezerami, které mohou být naplněny vzduchem nebo inertním plynem.

Výhody: vynikající tepelná a zvuková izolace, výrazně snižuje energetické ztráty.

Nevýhody: vyšší cena a hmotnost, náročnější instalace.

Laminované sklo

Charakteristika: dvě nebo více vrstev skla spojených fólií (obvykle polyvinylbutyral). Tato fólie nejenže zvyšuje bezpečnost, ale také pomáhá tlumit zvukové vlny.

Výhody: zvýšená bezpečnost (při rozbití zůstávají střepy přichycené k fólii), lepší zvuková izolace.

Nevýhody: vyšší cena, může být těžší než standardní sklo.

Tvrzené sklo

Charakteristika: sklo, které bylo tepelně upraveno pro zvýšení pevnosti a odolnosti vůči nárazu.

Výhody: vysoká pevnost a odolnost, bezpečnostní vlastnosti (při rozbití se rozpadne na malé, tupé úlomky).

Nevýhody: nelze řezat nebo upravovat po temperování.

Nízkoemisní (Low-E) sklo

Charakteristika: sklo pokryté tenkou vrstvou kovu nebo kovového oxidu, která odráží tepelné záření.

Výhody: výborná tepelná izolace, zvyšuje energetickou účinnost budov.

Nevýhody: vyšší cena, může mít mírně nižší průhlednost.

Skleněné systémy a jejich aplikace

Standardní okna: používají jednoduché nebo dvojité zasklení, v závislosti na požadavcích na izolaci a náklady.

Pasivní domy: preferují trojité zasklení a nízkoemisní sklo pro maximální energetickou účinnost.

Bezpečnostní aplikace: laminované a tvrzené sklo se používá tam, kde je třeba zvýšená odolnost proti nárazu nebo vandalismu.

Fasádní systémy: kombinace různých typů skla pro dosažení optimálního poměru mezi estetickými požadavky, energetickou účinností a bezpečností.

Při výběru vhodného zasklení je důležité zohlednit několik faktorů:

Klimatické podmínky: v chladnějších oblastech je vhodné zvolit skla s lepší tepelnou izolací, jako je dvojité nebo trojité zasklení.

Energetická účinnost: nízkoemisní sklo může výrazně snížit náklady na vytápění a chlazení budovy.

Bezpečnost: pro objekty vyžadující vyšší bezpečnost, jako jsou školy nebo obchodní prostory, jsou ideální volbou laminovaná nebo tvrzená skla.

Akustická izolace: v oblastech s vysokou hladinou hluku může být výhodné použít skla s vyšší zvukovou izolací, jako jsou laminovaná skla.

Zasklení oken je tedy nejen estetickou volbou, ale také klíčovým faktorem pro zajištění komfortu, bezpečnosti a energetické efektivity budov. Pečlivé zvážení všech možností a požadavků může výrazně přispět k celkové kvalitě a funkčnosti okenních systémů. Přestože se často nepozastavujeme nad tím, z čeho a jak jsou naše okna vyrobená, výroba skla je složitý proces, který kombinuje tradiční řemeslné dovednosti s moderními technologiemi. Evropské sklárství se pyšní svou dlouhou historií a neustálou inovací, což se odráží v kvalitě a funkčnosti skleněných výplní, které denně využíváme. Tato tradice a preciznost v zpracování skla nám umožňují těšit se z přirozeného světla a pohledu na svět venku, zatímco jsme chráněni a komfortně usazeni uvnitř našich domovů. V dnešní době, kdy hlukové znečištění stále roste, se akusticky izolační sklo stává nezbytnou součástí moderního bydlení. Při výběru oken bychom neměli podceňovat význam těchto vlastností, protože kvalitní akustická izolace výrazně přispívá k našemu každodennímu pohodlí a celkové kvalitě života.

1.3.3 Kování oken

Pod pojmem okenní kování (Obr. 1.3.4) rozumíme všechny konstrukční prvky, které zajišťují správnou funkci okna, zejména jeho otevírání, zavírání a manipulaci při běžném užívání. Okenní kování zahrnuje širokou škálu komponent, jejichž úkolem je bezpečně spojit okenní křídlo s rámem a zajistit jeho stabilitu a snadnou manipulaci. V běžné řeči se často označuje jako „panty“.



Obr. 1.3.4 Kování oken

Okenní závěsy jsou konkrétní částí kování a mají klíčovou roli v přenášení mechanických sil z okenního křídla na rám okna. Tyto síly jsou vyvolány jednak vlastní hmotností okenního křídla, jednak občasným vertikálním zatížením, které vzniká při manipulaci s oknem během jeho provozu. Závěsy zajišťují, aby bylo křídlo stabilní a bezpečně uchycené k rámu.

- **Spodní část závěsu**, nazývaná též **stěžež**, je pevně uchycena v osazovacím rámu nebo v ostění okna.
- **Horní část závěsu**, která má tvar oka, pouzdra nebo tuleje, je připevněna na okenním křídle a umožňuje pohyb křídla v závěsu.

Druhy závěsů

Okenní závěsy lze dále členit na různé typy podle jejich konstrukce a způsobu upevnění.

1. **Vrchní závěsy** (někdy označované jako vnější závěsy) jsou přiloženy k osazovacímu rámu a k okennímu křídlu. Připevňují se obvykle pomocí hřebíků. Spodní část těchto závěsů, známá jako stěžež (někdy nazývaná také hák, skoba nebo trn), je upevněna přímo na rámu okna a obvykle má dvoudílnou konstrukci.
2. **Rohovníkový závěs** (také nazývaný úhlový závěs) je zvláštní typ vrchního závěsu, kde je horní část s okem spojena s rohovníkem – často se používá pro výztuhu.
3. **Tvarované závěsy** jako lopatkový, hruškový, taštičkový či prackový závěs jsou pojmenovány podle svého charakteristického tvaru. Tyto závěsy, často ve tvaru písmene «T», jsou nespojené s rohovníkem.
4. **Dlouhé vrchní závěsy**, křížové závěsy nebo esovitě rozvinuté závěsy se obvykle používají pro zavěšení dveří a okenic, nikoliv běžných oken, a jsou rovněž pojmenovány podle tvaru.
5. **Zadlabané závěsy** (někdy označované jako zapuštěné, nasazovací nebo vysazovací závěsy) mají svá křídla zapuštěná do osazovacího rámu i do rámu okenního křídla, takže viditelné zůstávají pouze válcové části závěsů. Tyto závěsy mohou mít různá dekorativní zakončení, například ve tvaru žaludu, kužele nebo kuželky. Ve 20. století se však převážně používaly jednodušší, nezdobené varianty.
6. **Kloubové závěsy** (také nazývané skříňové závěsy) mají válcovou střední část a plechová křídla, která jsou zapuštěna do rovny povrchu dřeva. Tyto závěsy se nejčastěji používají u skládacích okenic, avšak nacházejí uplatnění i v nábytkářském průmyslu.

Okenní kování je nezbytnou součástí každého okna, které zajišťuje jeho správnou funkci a dlouhou životnost. Okenní závěsy jako základní součást kování přenášejí mechanické síly a umožňují snadnou manipulaci s okenním křídlem. Různé typy závěsů mají specifická použití, přičemž jejich výběr závisí na typu okna, požadované estetice a způsobu montáže.

1.3.4 Ostatní materiály – tmely, těsnění, povrchová úprava

Kromě tradičních materiálů používaných při výrobě oken, jako je dřevo, plast či hliník, hrají v konstrukci a dlouhodobé životnosti oken důležitou roli také další materiály, zejména tmely, těsnění a povrchové úpravy. Tyto materiály přispívají k energetické účinnosti, vodotěsnosti, vzduchotěsnosti a odolnosti oken vůči vnějším vlivům.

Tmely

Tmely jsou nepostradatelnou součástí okenní konstrukce. Slouží k vyplnění spár mezi okenním rámem a zasklením, což pomáhá zlepšit vodotěsnost a vzduchotěsnost okna. Tmely také přispívají k tepelnému a zvukovému izolování a zabraňují pronikání vlhkosti, což může negativně ovlivnit konstrukci okna a jeho okolí. Tmely mohou být vyrobeny z různých materiálů, jako je silikon, polyuretan nebo akrylové pryskyřice, přičemž každá varianta nabízí specifické výhody v závislosti na podmínkách použití (např. v exteriéru versus interiéru).

Typy tmelů pro okna

1. Akrylové tmely

- **Charakteristika:** akrylové tmely jsou vysoce flexibilní a snadno se přetírají, což z nich činí vhodné tmely pro vnitřní použití nebo na místa, kde je důležitá estetika.
- **Použití:** většinou se používají v interiéru na utěsnění menších prasklin kolem rámců oken nebo při opravách. Často se aplikují v oblastech, kde nedochází k výraznému pohybu okenních dílů, protože mají nižší pružnost než silikonové tmely.
 - ✓ Výhodou je snadná přetíratelnost, díky které lze akrylové tmely sladit s barvou okenního rámu či okolních stěn.
 - ✓ Nevýhodou je nižší odolnost vůči vlhkosti a UV záření, což je činí nevhodnými pro venkovní použití.

2. Silikonové tmely

- **Charakteristika:** silikonové tmely jsou vysoce elastické a voděodolné, díky čemuž jsou ideální pro aplikace v místech s vysokou vlhkostí a tam, kde dochází k většímu pohybu, například kolem skleněných výplní.
- **Použití:** nejčastěji se používají na utěsnění spojů mezi okenním rámem a sklem, případně kolem okenních parapetů nebo na venkovních částech oken, kde jsou vystaveny vlhkosti a teplotním změnám.
 - ✓ Výhodou je vysoká odolnost vůči UV záření a teplotním výkyvům, což zajišťuje dlouhou životnost.
 - ✓ Nevýhodou je obtížnější přetíratelnost a případně i nižší přilnavost k některým povrchům, což je třeba zvážit při výběru správného typu silikonu (existují např. neutrální nebo kyselé silikonové tmely).

3. Polyuretanové tmely (PU tmely)

- **Charakteristika:** polyuretanové tmely jsou známé svou vysokou pevností a odolností, což z nich činí vhodné tmely pro exteriérové aplikace a místa s velkým mechanickým namáháním.
- **Použití:** používají se často při instalaci oken do stavebních otvorů, kde pomáhají upevnit a utěsnit rám okna k obvodovým konstrukcím. Jsou oblíbené také v aplikacích, kde je vyžadována vyšší pevnost, například na spojení mezi rámem a zdívkou.
 - ✓ Výhodou je vysoká přilnavost na různé materiály (dřevo, plast, kov) a vysoká odolnost vůči mechanickému namáhání.
 - ✓ Nevýhodou je často vyšší cena a složitější aplikace.

4. Butylové tmely

- **Charakteristika:** butylové tmely jsou známé svou schopností těsnit proti vzduchu a vodě a poskytují dlouhodobé utěsnění.
- **Použití:** nejčastěji se používají ve výrobě izolačních dvojskel, kde fungují jako primární těsnění mezi dvěma skleněnými deskami, čímž zajišťují izolaci a zabráňují pronikání vlhkosti.
 - ✓ Výhodou je odolnost vůči pronikání vzduchu a vlhkosti a vynikající přilnavost na různé povrchy.
 - ✓ Nevýhodou je nižší pružnost v porovnání se silikonovými tmely, takže se nehodí na místa s vysokým mechanickým pohybem.

Výběr tmelu závisí na několika faktorech:

- **Prostředí:** tmely používané v exteriéru musí být odolné vůči UV záření, vlhkosti a teplotním změnám.
- **Mechanické namáhání:** v místech, kde dochází k pohybu (např. otevírání a zavírání oken), je nutné používat elastické tmely, které nepraskají.
- **Estetické požadavky:** u interiérových aplikací může být důležitá možnost přetření tmelu na sjednocení s barvou rámců či stěn.

Tmely na okna jsou zásadní pro zachování izolačních vlastností, mechanické stability a dlouhé životnosti oken. Každý typ tmelu má specifické vlastnosti, které je potřeba zvážit podle konkrétního umístění a podmínek. Kvalitní tmel zabraňuje úniku tepla, pronikání vlhkosti a vzduchu, což významně přispívá k energetické efektivitě budovy a pohodlí obyvatel.

Těsnění

Těsnění oken je klíčovou součástí konstrukce, která zajišťuje izolační vlastnosti oken, čímž přispívá k úsporám energie, omezení průniku hluku a ochraně proti pronikání prachu, vlhkosti a povětrnostních vlivů do interiéru. Správně zvolené těsnění prodlužuje životnost oken a výrazně zlepšuje komfort uvnitř budovy.

Funkce okenního těsnění

1. **Tepelná izolace:** zabraňuje úniku tepla z interiéru, což snižuje náklady na vytápění v zimě a klimatizaci v létě.
2. **Vodotěsnost:** chrání interiér před vlhkostí, deštěm a povětrnostními vlivy, čímž minimalizuje riziko poškození okenních rámců nebo výskyt plísní.
3. **Vzduchtěsnost:** omezuje průnik vzduchu a prachu, což zvyšuje energetickou efektivitu budovy.
4. **Ochrana proti hluku:** dobře izolovaná okna výrazně snižují pronikání hluku z exteriéru do interiéru.

Typy okenního těsnění

1. EPDM těsnění (etylén-propylén-dienový monomer)
 - ✓ **Charakteristika:** EPDM je syntetická guma, která je odolná vůči UV záření, ozónu a povětrnostním vlivům.
 - ✓ **Použití:** je ideální pro venkovní aplikace, kde jsou těsnění vystavena teplotním výkyvům a slunečnímu záření.
 - ✓ **Výhody:** vysoká odolnost, dlouhá životnost a dobrá pružnost i při nízkých teplotách. EPDM těsnění je vysoce odolné proti stárnutí.
2. Silikonové těsnění
 - ✓ **Charakteristika:** silikon je pružný materiál s dobrou odolností vůči extrémním teplotám.
 - ✓ **Použití:** používá se často u oken vystavených extrémním teplotním změnám, protože si udržuje pružnost i při vysokých a nízkých teplotách.
 - ✓ **Výhody:** vysoká teplotní odolnost a dlouhá životnost. Silikonové těsnění je vhodné i pro zvláště náročné podmínky, např. v průmyslových budovách.
3. PVC těsnění
 - ✓ **Charakteristika:** PVC těsnění je cenově výhodné a dostupné, používá se pro základní izolaci.
 - ✓ **Použití:** častěji se používá u méně náročných oken nebo u starších oken, kde se těsnění občasně vyměňuje.
 - ✓ **Výhody:** ekonomická varianta s dobrou odolností, ale je méně elastické než EPDM nebo silikon, takže může časem praskat nebo ztrácet pružnost.
4. Pěnové těsnění
 - ✓ **Charakteristika:** pěnové těsnění je pružné a dobře se přizpůsobí nerovnostem. Má však kratší životnost než ostatní typy.
 - ✓ **Použití:** používá se u starších oken a dveří, kde potřebujeme utěsnění přizpůsobené nepravidlostem.
 - ✓ **Výhody:** snadná instalace a nízká cena. Pěnové těsnění však není vhodné pro dlouhodobé vystavení povětrnostním vlivům.
5. Magnetické těsnění
 - ✓ **Charakteristika:** tento typ těsnění obsahuje magnetickou pásku, která zajišťuje pevné přitlačení okenního křídla k rámu.
 - ✓ **Použití:** obvykle se používá u speciálních typů oken nebo dveří, jako jsou např. chladicí boxy, ale lze ho najít i u moderních izolačních oken.
 - ✓ **Výhody:** skvělá těsnicí schopnost, pevné přilnutí a vysoká energetická účinnost.

Údržba a výměna těsnění

Pro správnou funkci těsnění je nutné dbát na jeho údržbu:

- **Pravidelná kontrola:** každý rok zkontrolujte stav těsnění, zda nejsou známky opotřebení, trhlin nebo ztráty pružnosti.
- **Čištění:** těsnění by mělo být pravidelně čištěno od prachu a nečistot, které mohou narušit jeho těsnící vlastnosti.
- **Občasná výměna:** i při správné údržbě se těsnění časem opotřebuje. Doporučuje se měnit těsnění podle potřeby, zejména pokud ztratí pružnost nebo pevnost.

Správně zvolené a udržované těsnění je klíčem k zajištění energetické účinnosti oken a jejich dlouhé životnosti. Výběr závisí na typu okna, míře zatížení povětrnostními vlivy a požadovaných izolačních vlastnostech. Kvalitní těsnění přispívá nejen k tepelnému komfortu, ale i ke snížení nákladů na energie a ochraně interiéru před vnějšími vlivy.

3. Povrchová úprava

Povrchová úprava oken je klíčovým faktorem, který zajišťuje jejich dlouhou životnost, odolnost vůči povětrnostním vlivům a estetický vzhled. Správně zvolená povrchová úprava chrání materiál okna před vlhkostí, UV zářením, teplotními výkyvy a mechanickým opotřebením.

Hlavní funkce povrchové úpravy oken

1. **Ochrana proti povětrnostním vlivům:** povrchová úprava chrání materiál oken před vlhkostí, deštěm, sluncem, mrazem a větrem, což prodlužuje jejich životnost.
2. **Estetický vzhled:** okenní povrchová úprava dodává oknům vzhled, který se může sladit se stylem interiéru či exteriéru.
3. **Zvýšení životnosti:** tím, že povrchová úprava chrání materiál před mechanickým poškozením a UV zářením, prodlužuje životnost oken.
4. **Snadná údržba:** ošetřený povrch usnadňuje čištění a údržbu oken, protože se na něm méně zachytává prach a nečistoty.

Typy povrchových úprav oken podle materiálu

Povrchová úprava se liší podle materiálu okna – každé okno potřebuje specifický typ ochrany.

1. Dřevěná okna

- **Lazury a laky:** lazury (tenkovrstvé a silnovrstvé) a laky jsou běžně používané pro ochranu dřevěných oken. Poskytují ochranu proti vlhkosti a UV záření, zvýrazňují strukturu dřeva a lze je obnovovat přelakováním.
- **Olejové nátěry:** olejová povrchová úprava zajišťuje hloubkovou ochranu dřeva a umožňuje dřevu dýchat. Oleje se snadno aplikují, ale vyžadují častější údržbu.
- **Impregnační základ:** slouží k ošetření dřeva proti škůdcům, plísním a houbám. Je to první vrstva ochrany, na kterou se nanáší lazura nebo lak.
- **Transparentní nátěry a mořidla:** transparentní nátěry zvýrazňují přirozenou strukturu a barvu dřeva, zatímco mořidla umožňují upravit barevný odstín podle přání.

2. Plastová okna (PVC)

- **Barevné fólie:** fólie se lepí na povrch plastového rámu a nabízí širokou škálu barev a dekorů, například imitaci

dřeva. Zvyšují estetickou hodnotu oken a chrání povrch před UV zářením.

- **Akrylátový povlak (PMMA):** tento povrch poskytuje hladký, lesklý vzhled a je odolný vůči UV záření a změnám teplot. Je vhodný pro aplikace, kde se očekává vyšší zatížení slunečním zářením.
- **Speciální laky:** některé PVC rámy jsou natírány speciálními UV odolnými laky, které zajišťují ochranu před stárnutím a vyblednutím materiálu.

3. Hliníková okna

- **Práškové lakování:** práškové barvy se nanášejí na hliníkový povrch a následně se vypalují při vysokých teplotách, což zajišťuje dlouhotrvající povrchovou úpravu s vysokou odolností proti oděru.
- **Eloxování:** tento proces vytváří na povrchu hliníku ochrannou vrstvu, která chrání před korozi a zvyšuje odolnost proti opotřebení. Eloxované hliníkové povrchy jsou k dispozici v různých barevných odstínech a působí luxusním dojmem.
- **Dřevodekory a speciální fólie:** používají se pro designová řešení, kde je požadován vzhled dřeva. Fólie a dřevodekory vytváří přirozený vzhled, ale udržují výhody hliníkového rámu.

4. Kombinovaná okna (dřevo-hliník, plast-hliník)

- **Povrchová úprava hliníkové části:** obvykle je použito práškové lakování nebo eloxování, aby byla hliníková vrstva chráněna proti povětrnostním vlivům a poskytovala estetický vzhled.
- **Úprava dřevěné části:** dřevěná část oken se často ošetřuje lazurami nebo laky, aby se zlepšila ochrana dřeva před vlhkostí.

Údržba a renovace povrchové úpravy oken

- **Dřevěná okna:** doporučuje se jednou za rok aplikovat údržbový nátěr nebo vosk, aby se povrch zachoval pružný a odolný. Dřevěná okna by se měla pravidelně přetírat v intervalech 5–10 let podle expozice.
- **Plastová okna:** vyžadují pouze občasné čištění a kontrolu těsnění, aby byly zajištěny jejich dlouhodobé izolační vlastnosti.
- **Hliníková okna:** hliníkové profily se snadno udržují pouze čištěním. Prášková vrstva má vysokou odolnost a nevyžaduje speciální údržbu.
- **Kombinovaná okna:** údržba se provádí podle materiálu na vnitřní i venkovní straně – dřevo je třeba ošetřovat častěji než hliník.

Povrchová úprava oken je rozhodující pro jejich dlouhodobý vzhled, funkčnost a životnost. Správně zvolený typ povrchové úpravy dle materiálu zajišťuje nejen ochranu před povětrnostními vlivy, ale také zvyšuje estetický dojem a usnadňuje údržbu.

Tmely, těsnění a povrchové úpravy jsou klíčové pro funkčnost, energetickou účinnost a životnost oken. Správný výběr materiálů zajišťuje, že okna budou odolná vůči povětrnostním vlivům, snižují náklady na vytápění a udržují interiér příjemně izolovaný od venkovního hluku a teplot.

2 FUNKČNÍ POŽADAVKY

Okna představují zásadní součást stavební konstrukce, neboť plní několik klíčových funkcí, které přispívají jak k pohodlí, tak k funkčnosti a estetice budovy. Především zajišťují přirozené osvětlení interiéru, což pozitivně ovlivňuje kvalitu života uživatelů a snižuje potřebu umělého osvětlení. Dále umožňují větrání, které je nezbytné pro zdravé mikroklima a regulaci vlhkosti v budově. Okna zároveň vytvářejí vizuální propojení interiéru s exteriérem, což zvyšuje estetickou hodnotu prostor. Kromě toho plní okna také technické úkoly, jako je tepelná izolace, zvuková izolace a ochrana proti povětrnostním vlivům. Moderní konstrukce oken často obsahují inovativní prvky, které dále zvyšují energetickou účinnost a bezpečnost budov. Díky těmto funkcím okna představují komplexní prvek, který spojuje design, komfort a technické vlastnosti do jednoho celku. Okna musí splňovat následující funkční požadavky:

1. Tepelně izolační vlastnosti

Okna musí mít dostatečné tepelně izolační vlastnosti, aby omezila tepelné ztráty a přispívala k energetické efektivitě budovy. To zahrnuje:

- Nízký součinitel prostupu tepla (U), který vyjadřuje schopnost okna udržet teplo uvnitř budovy. Moderní okna mají dvojskla nebo trojskla s nízkoemisními povlaky a izolačními plyny, aby se zlepšila jejich tepelná izolace.
- Minimalizace tepelných mostů na rámu okna i v okolních konstrukcích.

2. Zvuková izolace

Okna musí účinně chránit interiér budovy před hlukem z okolního prostředí. Zvukově izolační vlastnosti jsou zvláště důležité u budov v hlučných lokalitách (např. v blízkosti silnic, letišť). K dosažení dobré zvukové izolace přispívají:

- Vícevrstvá skla s různou tloušťkou.
- Rámy s těsněním a speciálními komorami pro snížení prostupu zvuku.

3. Větrání a těsnost

Okna musí umožňovat dostatečné větrání interiéru a současně zajistit těsnost proti průniku vzduchu, prachu a vlhkosti. Požadavky na těsnost zahrnují:

- Ochranu proti infiltraci vzduchu a průvanu.
- Odolnost vůči průniku vody při dešti a větrných podmínkách.
- Možnost kontrolovaného větrání (např. mikroventilace), která umožní výměnu vzduchu, aniž by docházelo k velkým tepelným ztrátám.

4. Bezpečnost

Okna musí splňovat bezpečnostní požadavky, aby chránila uživatele budovy i samotnou stavbu. To zahrnuje:

- Odolnost proti vloupání – zasklení, rámy a kování by měly být konstruovány tak, aby ztížily přístup nezvaným osobám. V některých případech jsou instalována bezpečnostní skla (např. tvrzená nebo vrstvená skla).
- Ochranu proti poranění – okna by měla být vybavena bezpečnostními prvky, aby nedocházelo k úrazu při manipulaci (např. dětské pojistky, bezpečnostní madla).

5. Světelně technické vlastnosti

Okna musí zajistit dostatečný přístup denního světla do interiéru. K tomu přispívají:

- Velká zasklená plocha pro maximální prostup světla.
- Optické vlastnosti skla (čirost, barevné tónování) pro regulaci prostupu slunečního záření a jeho vlivu na vnitřní osvětlení.

6. Mechanická odolnost a stabilita

Okna musí být mechanicky stabilní a odolná vůči běžným zatížením, jako je vítr, tlak vzduchu nebo mechanické síly působící na rám a zasklení. To zahrnuje:

- Odolnost proti větru – okna musí být dimenzována tak, aby odolala silným nárazům větru, zejména ve vyšších patrech nebo oblastech s vysokým zatížením.
- Odolnost proti mechanickému poškození – konstrukce musí zvládat i běžné opotřebení, manipulaci a tlak způsobený otevíráním a zavíráním oken.

7. Ochrana proti slunečnímu záření

Okna by měla účinně regulovat prostup slunečního záření, aby zamezila přehřívání interiéru. Toho lze dosáhnout pomocí:

- Solární reflexních vrstev na skle, které omezují přehřívání interiéru při silném slunečním záření.
- Možnosti instalace žaluzií, rolet nebo markýz, které umožňují stínění a kontrolu prostupu světla a tepla.

8. Odolnost vůči povětrnostním vlivům

Okna musí být odolná vůči různým povětrnostním podmínkám (déšť, sníh, mráz, UV záření). To zahrnuje:

- ✓ Odolnost proti vlhkosti a kondenzaci uvnitř skleněných tabulí.
- ✓ UV stabilita materiálů, aby nedocházelo k degradaci rámu či zasklení.

9. Estetické požadavky

Okna musí také splňovat estetické požadavky, které odpovídají architektonickému řešení budovy. To zahrnuje:

- Tvar, barvu a materiál rámu odpovídající celkovému designu stavby.
- Možnost individuálního řešení (např. výběr materiálů: dřevo, plast, hliník).

10. Ekologická a udržitelná funkce

S ohledem na současné ekologické standardy by okna měla být vyráběna z materiálů šetrných k životnímu prostředí a měla by přispívat ke snížení energetické náročnosti budovy. Patří sem:

- Použití recyklovatelných materiálů.
- Dlouhá životnost a snadná údržba, které minimalizují náklady na výměnu a opravy.

11. Jednoduchost údržby a obsluhy

Okna by měla být snadno ovladatelná a nenáročná na údržbu, aby zajistila dlouhou životnost a uživatelský komfort. To zahrnuje:

- Kvalitní kování, které zaručí snadné otevírání a zavírání oken.
- Jednoduché čištění okenních skel a rámu.

Tímto způsobem mohou okna splňovat jak praktické, tak estetické požadavky a přispívat k celkové komfortnosti a funkčnosti budov.

2.1 FUNKČNÍ MODEL, PRIMÁRNÍ A SEKUNDÁRNÍ FUNKCE

Funkční model oken představuje zjednodušený systém, který slouží k pochopení principů fungování oken v reálném prostředí. Tento model se zaměřuje na klíčové aspekty, jako je konstrukce, izolační schopnosti, systém otevírání a zavírání a jejich interakce s okolními podmínkami, což usnadňuje analýzu a optimalizaci okenních konstrukcí a jejich prvků.

Tvarová a estetická kritéria oken jsou klíčová při návrhu a výběru oken, protože ovlivňují vzhled budovy, její architektonický styl, funkčnost a vnímání prostoru. Okna tvoří významný prvek exteriéru i interiéru, proto je třeba pečlivě volit jejich tvar, barvu, proporce a další estetické detaily.

1. Tvar oken

- **Tradiční tvary:** pravoúhlá a čtvercová okna jsou nejběžnějšími tvary, které se hodí téměř ke všem architektonickým stylům, od moderních staveb po tradiční domy.
- **Kulatá a oblouková okna:** tato okna dodávají budově elegantní a klasický vzhled. Používají se často v historických nebo tradičně stylizovaných budovách.
- **Nepravidelné tvary:** trojúhelníková, lichoběžníková či jinak nepravidelná okna jsou vhodná pro moderní architekturu a originální designy, dodávají budově výjimečný a osobitý vzhled.

2. Velikost a proporce

- **Proporce oken k fasádě:** správný poměr oken vůči celkové ploše fasády je klíčový pro harmonický vzhled budovy. Příliš malá okna mohou budit dojem uzavřeného, tmavého interiéru, zatímco příliš velká okna mohou narušit soukromí.
- **Vertikální vs. horizontální orientace:** vertikálně orientovaná okna působí formálně a hodí se ke klasické architektuře, zatímco horizontálně orientovaná okna dávají pocit šířky a otevřenosti, což je vhodné pro moderní a minimalistický styl.
- **Poměr výšky k šířce:** výběr správného poměru výšky a šířky okna je esteticky důležitý a ovlivňuje, jak okno zapadne do fasády. Například, vysoká a úzká okna dodávají eleganci, zatímco široká okna působí moderně.

3. Členění a výplně oken

- **Rámování a členění:** vnitřní členění pomocí příček a rámců rozděluje okno na menší plochy, což může přidat na estetickém dojmu a přizpůsobit okno stylu stavby. Vícedílná okna jsou obvyklá u historických budov, zatímco minimalistická okna bez členění se používají u moderní architektury.
- **Výplně oken (mléčné sklo, barevné sklo):** typ výplně ovlivňuje estetiku i funkci okna. Mléčné sklo přidává soukromí, zatímco barevné nebo vzorované sklo může sloužit jako dekorativní prvek.

4. Barva rámců

- **Přírodní vzhled (dřevěné dekory):** dřevěná nebo dřevo imitující okna dodávají přírodní a tradiční vzhled. Hodí se k domům s venkovským nebo rustikálním stylem.
- **Kovové a neutrální barvy:** moderní budovy často využívají neutrální tóny, jako je černá, šedá nebo bílá, které působí elegantně a univerzálně.
- **Barevná okna:** výrazné barvy (modrá, zelená, červená) mohou budově dodat osobitost a energii. Jsou typická pro kreativní stavby nebo budovy, které chtějí vyniknout a přilákat pozornost.

5. Styl oken

- **Klasický styl:** vyznačuje se ozdobnými rámy, příčkami a tradičními barvami. Klasický styl je vhodný pro historické budovy, staré vily a rustikální domy.
- **Moderní minimalistický styl:** pro tento styl jsou typická jednoduchá okna s minimálním členěním, tenkými

rámy a neutrálními barvami. Minimalistická okna jsou ideální pro moderní, minimalistické stavby s čistými liniemi.

- **Industriální styl:** okna v industriálním stylu často obsahují velké prosklené plochy s tmavými kovovými rámy, která přinášejí dostatek světla a dodávají budově surový, autentický vzhled.

6. Estetické doplňky

- **Okenní parapety a ozdobné římsy:** přidávají na estetickém dojmu a poskytují oknům tradiční nebo dekorativní vzhled. Parapety a římsy mohou být jednoduché nebo ozdobné podle celkového stylu budovy.
- **Okenní žaluzie, rolety, mříže:** mohou být funkční i estetické, poskytují stínění, soukromí a bezpečnost. Správně zvolené prvky stínění mohou okna opticky zvýraznit nebo naopak schovat, což má vliv na celkový styl stavby.

7. Výrazné prvky a detaily

- **Rámy se zdobením:** některá okna obsahují ozdobné rámy, které mohou zdůraznit styl budovy a dodat jí sofistikovanější vzhled.
- **Vlysy a ornamenty:** u tradičních nebo luxusních staveb je někdy žádoucí zahrnout dekorativní vlysy nebo ornamenty na rámech oken.
- **Kombinace materiálů:** kombinace dřeva a hliníku nebo plastu a kovu dodává oknům specifický vzhled, který propojuje výhody jednotlivých materiálů a přidává estetickou hodnotu.

Tvarová a estetická kritéria jsou zásadní pro výběr okna, které nejen splní funkční požadavky, ale také přispěje k estetické harmonii budovy. Výběr tvaru, velikosti, barvy a stylu oken umožňuje vytvořit unikátní vzhled, který odpovídá architektonickému stylu a osobitosti budovy.

Funkční i technická kritéria ovlivňují nejen energetickou účinnost a komfort bydlení, ale také životnost a údržbu oken. Tyto faktory ovlivňují nejen energetickou účinnost a komfort bydlení, ale také životnost a údržbu oken.

Funkční model oken slouží jako nástroj pro vývoj a testování okenních konstrukcí. Na základě tohoto modelu lze posoudit funkčnost oken, optimalizovat jejich konstrukci a zlepšit jejich vlastnosti, což přispívá k energeticky úspornému, komfortnímu a bezpečnému řešení.

Okna mají v budovách několik důležitých funkcí, které lze rozdělit na **primární a sekundární**. Primární funkce se zaměřují na základní účel a vlastnosti oken, zatímco sekundární funkce rozšiřují jejich roli v komfortu a estetice interiéru.

Primární funkce oken

1. Propustnost světla

- Hlavním účelem oken je umožnit pronikání přirozeného denního světla do interiéru. Denní světlo má pozitivní vliv na psychickou pohodu, zdraví a komfort obyvatel. Dostatek přirozeného světla zároveň snižuje potřebu umělého osvětlení, což šetří energii.

2. Vizualizace a spojení s okolím

- Okna umožňují výhled ven, což přispívá k pocitu otevřeného prostoru a kontaktu s okolním prostředím. Tento vizuální kontakt s přírodou nebo okolím je pro mnoho lidí zásadní pro jejich psychickou pohodu a pocit komfortu.

3. Ventilace a regulace vzduchu

- Okna slouží jako hlavní prostředek pro větrání, což je klíčové pro výměnu vzduchu a odstranění vlhkosti, pachů nebo škodlivých látek z interiéru. Díky větrání je možné udržovat zdravé a čerstvé prostředí.

4. Tepelná izolace

- Okna by měla poskytovat dostatečnou ochranu proti úniku tepla z interiéru. Kvalitní okna s dobrou izolační schopností minimalizují tepelné ztráty a zajišťují energetickou efektivitu budovy, což snižuje náklady na vytápění či chlazení.

5. Zvuková izolace

- Okna pomáhají snižovat pronikání hluku zvenčí, což je důležité zejména v hlučných městských oblastech. Kvalitní zvuková izolace oken přispívá k lepšímu komfortu a soukromí.

Sekundární funkce oken

1. Estetická funkce

- Okna jsou důležitým designovým prvkem fasády i interiéru. Tvary, barvy, typy rámců a styl oken mohou výrazně ovlivnit vzhled budovy a interiéru a mohou dodat estetický charakter či stylové vyjádření.

2. Tepelná regulace a solární zisky

- Okna mohou fungovat i jako zdroj tepla, když propouštějí sluneční světlo, což je výhodné zejména v chladnějších měsících. Toto pasivní získávání tepla může přispět k úsporám energie.

3. Ochrana před UV zářením

- Moderní okna s ochrannými fóliemi či speciálními skly mohou snížit pronikání UV záření, které by jinak mohlo způsobovat blednutí nábytku, textilií a podlahových krytin.

4. Bezpečnost a ochrana proti vloupání

- Okna mohou být navržena a vybavena tak, aby poskytovala ochranu před nechtěným vniknutím. Moderní bezpečnostní okna mohou zahrnovat vícevrstvá skla, bezpečnostní fólie nebo speciální uzamykací mechanismy.

5. Ochrana proti povětrnostním vlivům

- Okna chrání interiér před nepříznivými vlivy, jako je déšť, vítr nebo prach. Správně zvolená okna odolávají i extrémním povětrnostním podmínkám, aniž by se zhoršila jejich izolační schopnost nebo bezpečnost.

6. Energetická úspora a regulace nákladů

- Dnešní moderní okna mají vliv na celkovou energetickou efektivitu budovy, což se projevuje úsporou energie na vytápění nebo chlazení. Izolační vrstvy, speciální skla a pokročilé technologie oken mohou výrazně snížit náklady na provoz.

7. Automatizace a inteligentní funkce

- V rámci moderních inteligentních domácností mohou být okna vybavena senzory pro měření teploty, vlhkosti nebo světla, které se přizpůsobují aktuálním podmínkám. Například mohou automaticky regulovat větrání nebo změnu polohy v závislosti na počasí.

Okna jsou nejen základním prvkem každé stavby, ale i sofistikovaným systémem, který přispívá k pohodlí, energetické úspoře a celkové estetice prostoru. Kombinace primárních a sekundárních funkcí oken poskytuje komplexní ochranu, komfort a stylovou hodnotu, kterou lze přizpůsobit individuálním potřebám i moderním standardům.

Požadavky a kritéria hospodárnosti oken

Hospodaření a efektivita oken jsou klíčové pro minimalizaci energetických ztrát, snížení provozních nákladů a dosažení udržitelného a komfortního vnitřního prostředí. Hospodárnost oken je hodnocena na základě několika parametrů, jako je tepelná izolace, prostup světla, životnost, pořizovací náklady a náklady na údržbu. Kritéria pro hospodárnost oken musí být zvážena s ohledem na specifické podmínky budovy, klimatické prostředí a požadavky na energetickou efektivitu.

1. Životnost

Životnost oken je zásadním faktorem hospodárnosti a udržitelnosti, neboť delší životnost snižuje potřebu časté výměny a investic do nových oken. Dřevěná okna, pokud jsou kvalitně zpracovaná a pravidelně ošetřovaná, mohou dosahovat životnosti **až 50 let** nebo i více.

- **Faktory ovlivňující životnost:** k životnosti oken přispívá volba kvalitního materiálu (např. odolnější druhy dřeva jako dub nebo modřín), povrchová úprava, kvalita zpracování a způsob údržby.
- **Dřevěná okna s hliníkovým opláštěním:** opláštění z hliníku výrazně prodlužuje životnost dřevěných oken, protože chrání dřevo před vlivy počasí (UV zářením, deštěm), a zároveň snižuje nároky na údržbu. Tato okna mohou bez větších oprav vydržet i přes 60 let.

2. Údržba

Pravidelná údržba dřevěných oken je nezbytná pro zachování jejich estetických i funkčních vlastností, zejména vnější povrchové ochrany dřeva, která chrání před vlhkostí a slunečním zářením.

- **Interval údržby:** dřevěná okna vyžadují pravidelný nátěr nebo ochranný lak každých **5–10 let** v závislosti na podmínkách prostředí. Okna s hliníkovým opláštěním mají nižší nároky na údržbu, jelikož hliník chrání dřevo před vnějšími vlivy.
- **Čištění a kontrola těsnění:** pravidelné čištění a kontrola těsnění jsou nutné pro zachování těsnosti a funkčnosti oken. Doporučuje se těsnění alespoň jednou ročně promazat, aby zůstalo pružné a funkční.

Správná údržba prodlužuje životnost oken a pomáhá jim odolávat opotřebení, které by jinak vedlo k poškození, úniku tepla či deformaci rámu.

3. Recyklace

Ekologické aspekty oken hrají důležitou roli, zejména pokud jde o recyklovatelnost materiálů a možnost ekologicky šetrné likvidace.

- **Dřevo:** je přírodní a snadno recyklovatelný materiál. Staré dřevěné rámy lze po ukončení jejich životnosti recyklovat jako dřevo nebo dokonce kompostovat, pokud nebyly ošetřeny chemickými látkami. Mnohá dřevěná okna jsou vyrobena z certifikovaného dřeva (např. FSC nebo PEFC), což zaručuje udržitelný původ materiálu.
- **Hliníkové opláštění:** hliník je rovněž vysoce recyklovatelný materiál, který lze snadno oddělit od dřeva při likvidaci. Recyklace hliníku má navíc nízký dopad na životní prostředí, protože hliník lze recyklovat opakovaně bez ztráty kvality.

Díky těmto vlastnostem představují moderní dřevěná okna s případným hliníkovým opláštěním ekologicky šetrné řešení, které kombinuje dlouhou životnost s minimálními nároky na údržbu a možností recyklace na konci životního cyklu.

2.2 OPTICKÉ PROPOJENÍ S OKOLNÍM PROSTŘEDÍM

Optické propojení oken s okolním prostředím je klíčovým architektonickým prvkem, který nejen esteticky zlepšuje vzhled budovy, ale také ovlivňuje vnímání prostoru a interakci s venkovním prostředím. Tento koncept se zaměřuje na to, jakým způsobem okna umožňují vizuální kontakt s exteriérem a jakým způsobem je tento kontakt integrovaný do designu a funkce interiéru.

Klíčové aspekty optického propojení oken s okolním prostředím

1. Zvýšení vizuálního kontaktu s přírodou

- Okna, která propojují interiér s venkovním prostředím, mají silný psychologický vliv na uživatele. Vytvářejí pocit otevřenosti, rozšíření prostoru a propojení s přírodním prostředím. Tento vizuální kontakt s přírodou může zlepšit náladu, snížit stres a pozitivně ovlivnit duševní zdraví (fenomén známý jako **biophilic design**).
- Například velká okna nebo stěny ze skla, které umožňují výhled do zahrady, na les, do krajiny nebo na městské panorama, mohou vytvořit plynulý přechod mezi vnitřním a vnějším prostorem.

2. Zachycení světelných podmínek a změny denního světla

- Okna, která jsou dobře navržena, umožňují přirozené denní světlo, což zlepšuje kvalitu vnitřního osvětlení a zajišťuje dynamické změny v osvětlovací atmosféře během dne. Mění se světelné podmínky (například ráno, v poledne nebo večer) poskytují různorodé vizuální efekty a zároveň vytvářejí příjemné světelné zóny v interiéru.
- Pokud jsou okna orientována správně, mohou umožnit maximální využití přirozeného slunečního světla, čímž přispívají k energetické efektivitě a pohodlí uživatelů.

3. Vytváření vizuálních vazeb a propojení s okolním prostředím

- Okna mohou být navržena tak, aby vytvářela vizuální vazby s konkrétními prvky okolního prostředí, jako jsou zahrady, stromy, vodní plochy nebo historické památky. Tento design vytváří pocit propojení s místem, což je důležité pro vnímání prostoru jako „přirozeného“ a harmonického.
- V případě urbanistických nebo městských lokalit mohou okna rámovat výhledy na městské panorama, což může poskytovat pocit otevřenosti, aniž by interiér byl izolován od městského ruchu.

4. Využití rámců a členění oken

- Různé tvary a velikosti okenních rámců mohou pomoci tvarovat, omezit nebo zaměřit výhledy na konkrétní části okolí, což umožňuje vizuální propojení s konkrétními krajinnými nebo městskými prvky.
- Okna mohou mít různý stupeň „propojení“, od zcela otevřených okenních stěn (floor-to-ceiling windows) až po okna s jemnějším členěním, která vedou pozornost k určitému detailu v exteriéru (např. kousek zahrady, konkrétní strom, nebo architektonický prvek budovy).

5. Transparentnost a soukromí

- ✓ Zajištění vizuálního propojení s okolním prostředím musí být vyváжено zajištěním soukromí. To lze dosáhnout například použitím různých typů skla (matné, reflexní, tónované sklo nebo sklo s okenními fóliemi), které poskytují dostatečnou úroveň transparentnosti pro výhled ven, ale zároveň chrání před pohledy zvenčí.
- ✓ Tento aspekt je obzvláště důležitý v obytných budovách, kde se klade důraz na ochranu soukromí, ale stále je žádoucí mít kontakt s přírodou nebo okolními objekty.

6. Dynamika mezi interiérem a exteriérem

- Design oken může vytvářet efekt „plynulého přestupu“ mezi interiérem a exteriérem, kde okna nefungují pouze jako okna, ale jako „mosty“ mezi vnitřním a vnějším světem. Příklady zahrnují otvírací okna, balkóny, terasy nebo skleněné dveře, které vytvářejí plynulý přechod mezi místnostmi a venkovním prostorem.
- Při správném návrhu mohou okna měnit interiér a exteriér v jeden souvislý celek, čímž vzniká otevřený, volný prostor.

Příklady optického propojení oken s okolím

1. Stěny ze skla (Glass Walls)

- Tyto konstrukce umožňují neomezený výhled ven, což činí prostor pro uživatele otevřenější. Často jsou součástí moderních domů a komerčních budov, kde je důraz na maximální propojení s přírodou a okolím.

2. Střešní okna a světlíky

- Umožňují nejen přísun denního světla, ale také krásný výhled na oblohu, což zlepšuje propojení s nebeským prostředím a dává uživatelům pocit širšího prostoru.

3. Okna s orientací na specifické krajinné prvky

- Design oken může být zaměřen na určité krajinné prvky, jako je hora, jezero nebo městské panorama, které jsou atraktivní pro obyvatele nebo návštěvníky budovy. Tento typ okna vytváří specifické vizuální zážitky podle ročního období nebo denní doby.

Optické propojení oken s okolním prostředím je důležitým aspektem, který ovlivňuje nejen estetiku a design budovy, ale také její funkčnost a psychologický vliv na uživatele. Správně navržená okna mohou výrazně zlepšit kvalitu života, zajišťovat příjemné vizuální zážitky a podporovat udržitelnost a energetickou efektivitu.

2.3 PŘIROZENÉ DENNÍ OSVĚTLENÍ A INSOLACE INTERIÉRU

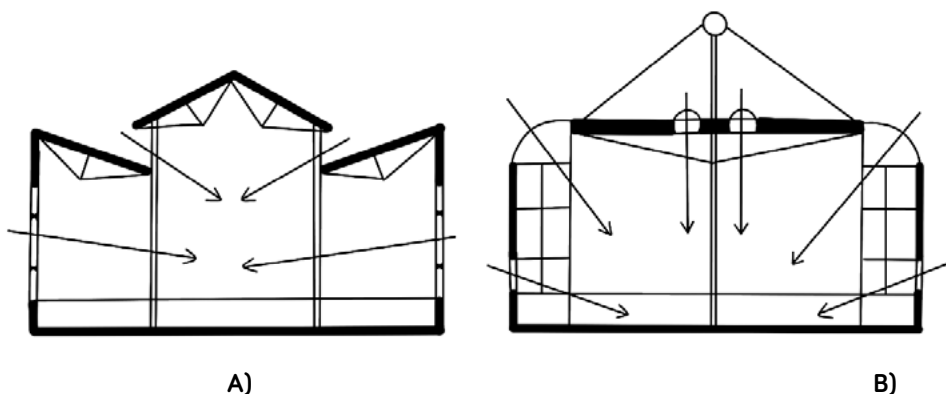
Přirozené denní osvětlení a insolace interiéru jsou klíčové faktory pro kvalitu životního prostoru v budovách, protože mají vliv na pohodlí uživatelů, energetickou efektivitu a celkové vnímání prostoru. Oba tyto faktory souvisejí s množstvím přirozeného světla, které proniká do interiéru, ale každý z nich se zaměřuje na jiný aspekt.

1. Přirozené denní osvětlení

Přirozené denní osvětlení označuje využívání slunečního světla k osvětlování interiéru. Toto osvětlení je nejen energeticky efektivní, ale má také pozitivní vliv na zdraví a pohodu lidí, protože denní světlo reguluje cirkadiánní rytmy a zlepšuje náladu. Úroveň denního osvětlení se z důvodu jeho neustálé proměnlivosti určuje relativní veličinou, tzv. činitelem denní osvětlenosti e . Tento činitel vyjadřuje poměr mezi intenzitou osvětlení na zvoleném místě uvnitř budovy a intenzitou osvětlení vně budovy, které je způsobeno přímým denním světlem. Hodnota činitele denní osvětlenosti se zjišťuje buď výpočtem na základě technických parametrů budovy a okolního prostředí, nebo prostřednictvím přímého měření v reálných podmínkách budovy či na zmenšeném modelu. Tento přístup umožňuje zohlednit jak architektonické vlastnosti stavby, tak vliv přirozeného světla na kvalitu vnitřního prostředí. Výsledné hodnoty pak slouží jako podklad pro optimalizaci návrhu budov z hlediska energetické úspornosti a vizuálního komfortu.

Způsoby osvětlení místnosti

Způsoby osvětlení interiéru lze rozdělit na několik variant podle umístění zdrojů světla, jak je vidět na obr. 2.3.1.



Obr. 2.3.1 Způsoby osvětlení interiéru

A – možnosti horního a bočního osvětlení, B – boční a horní osvětlení s odsazenými plochami ohraničujícími prostor

A – Kombinace horního a bočního osvětlení, které zajišťuje přirozený průchod světla do místnosti prostřednictvím oken, světlíků nebo jiných otvorů umístěných na stropě či stěnách. Tento způsob osvětlení je často využíván pro maximální využití denního světla, což přispívá k rovnoměrnějšímu rozptýlu světla v prostoru.

B – Kombinace bočního a horního osvětlení, při níž jsou zdroje světla doplněny o odsazené plochy, které definují hranice prostoru. Tato konfigurace umožňuje nejen dostatek přirozeného světla, ale také vytváří zajímavé estetické efekty díky hře světla a stínu. Odsazené plochy, jako například arkýře, výklenky nebo členité stropy, zvyšují dynamiku interiéru a jeho vizuální atraktivitu.

Oba způsoby osvětlení mají své specifické využití a lze je přizpůsobit podle požadavků na funkčnost a atmosféru prostoru.

Celková energetická propustnost g je klíčovým ukazatelem, který popisuje množství sluneční energie přenesené skrze zasklení do interiéru. Tento ukazatel je výsledkem součtu dvou různých toků:

1. Tok způsobený přímým průchodem přes zasklení (T):

Jedná se o část sluneční energie, která projde zasklením bez odrazu nebo pohlcení a dostane se přímo do interiéru. Tento tok je zásadní pro přímé sluneční osvětlení a přirozený ohřev místnosti.

2. Sekundárně vyzařovaný tok do interiéru (TA):

Po vstřebání části sluneční energie se zasklení zahřívá a následně předává teplo do vnitřního prostoru ve formě infračerveného záření. Tento proces je ovlivněn vlastnostmi skla, jako je jeho tepelná kapacita a emisivita.

Pro celkovou energetickou propustnost g platí vztah (2.3.1):

$$g = T + TA \quad (2.3.1)$$

Tento parametr je důležitý zejména při návrhu energeticky efektivních budov, protože ovlivňuje tepelné zisky interiéru, a tím i potřebu chlazení nebo vytápění. Zasklení s vyšší hodnotou g propouští více sluneční energie, což je výhodné v chladnějších klimatických podmínkách. Naopak v teplejších oblastech nebo u budov s velkými zasklenými plochami může být nutné použít sklo s nižší hodnotou g , aby se minimalizovalo přehřívání interiéru.

Zohlednění těchto aspektů je klíčové při výběru zasklení pro konkrétní typ budovy, přičemž je třeba vyvážit potřebu přirozeného osvětlení, tepelné pohody a energetické efektivity. Moderní zasklení proto často kombinuje

různé vrstvy a úpravy, jako jsou nízkoemisní povlaky nebo vrstvy odrážející infračervené záření, aby bylo dosaženo optimální hodnoty g .

Propustnost záření se stanovuje pomocí vztahu (2.3.2):

$$T = \frac{\sum_{\lambda=300}^{2500} E_{\lambda} \cdot T_{\lambda}}{\sum_{\lambda=300}^{2500} E_{\lambda}} \quad (2.3.2)$$

kde: E_{λ} - je monochromatické záření dopadající na zasklení (ve vyjádření ve $W/(m^2 \cdot \mu m)$).

T_{λ} - je monochromatická propustnost záření (bezceločinná veličina, která udává podíl dopadajícího záření, které projde materiálem v určité vlnové délce).

Tento vztah popisuje, jaký podíl dopadajícího záření se skutečně propustí skrz materiál. Pro konkrétní aplikace, jako jsou například okna nebo fasády budov, je klíčové vyhodnocovat monochromatickou propustnost pro různé vlnové délky záření (například UV, viditelné nebo infračervené spektrum), což ovlivňuje energetickou účinnost a tepelnou izolaci budovy. Tento vztah vyjadřuje poměr mezi zářením, které materiál propustí, a zářením, které na něj dopadá. Hodnota τ se pohybuje v rozmezí od 0 do 1, přičemž vyšší hodnoty odpovídají materiálům, které propouštějí více záření.

V praxi:

- U průhledných materiálů, jako je čiré sklo, se hodnota τ blíží k 1, což znamená vysokou propustnost.
- U zatemňovacích nebo reflexních vrstev je τ nižší, což indikuje schopnost materiálu blokovat nebo odrazit záření.

Stanovení propustnosti záření je zásadní pro posouzení tepelně izolačních a světelných vlastností materiálů používaných ve stavebnictví, zejména u oken, fasádních systémů nebo střešních světlíků. Důležité je také při návrhu energeticky úsporných budov a při zajištění optimálního vnitřního prostředí.

Propustnost, odrazivost a pohlcování záření se vyjadřují bezrozměrným číslem, přičemž platí vztah (2.3.3):

$$T + R + A = 1 \quad (-) \quad (2.3.3)$$

kde: T - je propustnost (procento dopadajícího záření, které materiál propustí),

R - je odrazivost (procento záření, které je odraženo zpět od povrchu materiálu),

A - je pohlcování (procento záření, které je materiálem absorbováno a přeměněno na teplo).

Na základě vzájemného poměru těchto veličin můžeme skla rozdělit na:

- **a) Transparentní skla (čistá skla)** - mají vysokou propustnost záření (T), což znamená, že většina světla a tepla projde skrz sklo. Tato skla jsou vhodná tam, kde je potřeba maximální přirozené osvětlení.
- **b) Absorpční skla (pohlcující skla)** - mají vyšší pohlcování (A), což znamená, že více záření je absorbováno materiálem. Tato skla mohou být používána k regulaci tepla nebo ochrany před slunečním zářením, přičemž zvyšují vnitřní tepelné zisky.
- **c) Reflexní skla (odrazivá skla)** - mají vyšší odrazivost (R), což znamená, že více záření je odraženo zpět. Taková skla se často používají na oknech v budovách, kde je potřeba snížit množství přímého slunečního záření a chránit interiéry před přehřátím.
- **d) Selektivní skla (pokovená skla)** - jsou skla, která mají speciální pokovovací vrstvu, která umožňuje výběrovou propustnost určitého spektra záření. Tato skla mají optimalizované vlastnosti pro zajištění maximálního tepelného komfortu při minimalizaci energetických ztrát.

Optické a energetické vlastnosti zasklení lze zjednodušeně vyjádřit indexem selektivity τ_g , který udává poměr mezi světelnou propustností a celkovou propustností slunečního záření.

Otvorové výplně se zasklenými plochami mají významný podíl na energetické bilanci budovy. Požadavky na vlastnosti zasklení pro vytápěné budovy jsou následující:

- **Minimální hodnota součinitele prostupu tepla (U-hodnota)**, což znamená, že zasklení by mělo mít co nejnižší tepelnou vodivost, aby minimalizovalo tepelné ztráty v zimních měsících.
- **Maximální činitel světelné propustnosti (LT)**, který zajišťuje dostatečné přirozené osvětlení interiéru bez přehřívání prostoru.
- **Maximální propustnost slunečního záření (g)**, což znamená, že sklo by mělo umožnit co nejvíce slunečního záření do budovy v zimě a zároveň zabránit nadměrnému zisku tepla v létě.
- **Minimální tepelné ztráty**, což zahrnuje minimalizaci energie ztracené díky špatným izolačním vlastnostem zasklení.

Vhodný výběr skla pro konkrétní aplikaci závisí na požadavcích na tepelné, světelné a energetické vlastnosti budovy a na požadovaném komfortu pro její uživatele.

Faktory ovlivňující přirozené denní osvětlení:

- **Umístění oken:** směr, kterým jsou okna orientována, ovlivňuje množství denního světla, které vstupuje do interiéru. Nejvíce světla přichází ze směru jih (na severní polokouli), ale také orientace na východ nebo západ poskytuje odlišné vzory osvětlení.
- **Velikost a tvar oken:** čím větší okna, tím více světla může do místnosti proniknout. Design oken, jako je například použití střešních oken nebo světlíků, může také zvýšit množství přirozeného světla.
- **Okolní prostředí:** přítomnost budov, stromů nebo jiných překážek v okolí může blokovat sluneční světlo, a tím ovlivnit úroveň denního osvětlení v interiéru.
- **Materiály a povrchy interiéru:** světlé barvy stěn, stropů a podlah mohou pomoci odrazet světlo a rozšířit jeho dosah v místnosti.

2. Insolace interiéru

Insolace označuje celkové množství slunečního záření, které zasahuje do určité oblasti, tedy množství slunečního tepla, které interiér přijímá. Tento faktor má velký vliv na energetickou bilanci budovy, protože přímé sluneční záření může způsobit přehřívání prostoru v letních měsících a ovlivnit potřebu chlazení.

Faktory ovlivňující insolaci:

- **Orientace budovy:** směr, kterým je budova orientována, má zásadní vliv na množství slunečního záření, které budova dostává. Například jižní orientace v mírném podnebí znamená více slunečního záření v zimě, což může být výhodné pro pasivní solární zisky.
- **Roční období a čas dne:** insolace se mění podle ročního období a denní doby. V létě je sluneční záření silnější a trvá déle, zatímco v zimě je intenzita záření nižší a trvá kratší dobu.
- **Stínění a ochrany proti slunci:** stínící zařízení jako žaluzie, rolety nebo přístřešky mohou pomoci regulovat množství slunečního záření, které proniká do interiéru, a tím zabránit přehřívání.
- **Geometrie a design budovy:** specifické architektonické prvky, jako jsou přední a boční fasády, balkony nebo světlíky, mohou ovlivnit, jakým způsobem je sluneční záření distribuováno uvnitř budovy.

Význam pro návrh budov

- **Energetická efektivita:** efektivní využívání denního osvětlení a optimální insolace může výrazně snížit energetickou spotřebu budovy. Správné využívání přirozeného světla může omezit potřebu umělého osvětlení a snižovat náklady na elektrickou energii.
- **Pohodlí a zdraví uživatelů:** dostatek přirozeného světla zlepšuje celkové pohodlí a pohodu. Vysoké úrovně denního světla mají pozitivní vliv na duševní zdraví a produktivitu lidí v interiéru.
- **Teplotní pohoda:** regulace insolace pomocí stínících systémů nebo vhodného umístění oken může pomoci v dosažení komfortní teploty v interiéru, bez nutnosti nadměrného využívání klimatizace.

Optimální design budov musí brát v úvahu jak denní osvětlení, tak i insolaci, aby byly vyváženy výhody přirozeného světla a tepla, aniž by došlo k přehřívání nebo nadměrnému oslnění.

2.4 VĚTRÁNÍ OKNY

Větrání okny je jednoduchý a účinný způsob, jak zlepšit kvalitu vzduchu v interiéru. V případech přirozeného větrání budov využíváme následující možnosti. Větrací křídla jsou součástí otvorové výplně a regulace je prováděna skrze vlastní konstrukci a kování. V jiných případech se do rámu umístí větrací klapky či mřížky, které pracují s rozdílem tlaků vzduchu v interiéru a exteriéru. V případě silného poryvu větru dochází k jejich automatickému uzavření. Další možností jsou větrací štěrby, situované v horní, dolní nebo boční části okna. Poslední možností je využití nuceného větrání, které umožňuje další úpravu větracího vzduchu, včetně zpětného získávání tepla. Správné větrání okny může odstranit nadměrnou vlhkost, eliminovat zápachy a snížit množství škodlivin, jako jsou prach, plísňe nebo emise z nábytku a elektroniky. Fyzikální podstatou přirozeného větrání je tlakový rozdíl mezi dvěma prostředím (vnitřním a vnějším vzduchem), které jsou odděleny konstrukcí okna. Tento tlakový rozdíl je způsoben teplotním rozdílem mezi vnitřním a vnějším prostředím a vlivem větru, přičemž celkový tlakový rozdíl vzduchu je součtem těchto dvou faktorů.

Tlakový rozdíl vzduchu (Pa) je vyjádřen vztahem (2.4.1):

$$\Delta p = \Delta p_{\theta} + \Delta p_w = h \cdot g \cdot (\rho_e - \rho_i) + C_{pe} \frac{v^2 \cdot \rho_e}{2}$$

kde: h – výška (rozdíl mezi a vstupním a výstupním místem), na které se tlakový rozdíl uplatňuje (m),

ρ_e, ρ_i – hustota vnějšího a vnitřního vzduchu (kg/m^3),

g – gravitační zrychlení (m/s^2),

v – rychlost větru (m/s),

C_{pe} – tlakový koeficient větru (-)

Objemový tok infiltrovaného vzduchu při přirozeném větrání se stanovuje pomocí škár mezi křídlem a rámem okna podle vztahu:

$$V_{vP} = \Sigma(i_{IV} \cdot l) \cdot B \cdot M \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (2.4.2)$$

kde: $\Sigma(i_{IV} \cdot l)$ – je součet průvzdušnosti oken a vnějších dveří dané místnosti ($\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67})$),

i_{IV} – součinitel spárové průvzdušnosti ($\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}^{0,67})$),

l – délka spár otevíratelných částí oken a vnějších dveří (m),

B – charakteristické číslo budovy ($\text{Pa}^{0,67}$),

M – charakteristické číslo místnosti (-). Intenzita výměny vzduchu infiltrací n:

Intenzita výměny vzduchu infiltrací n se určuje podle vzorce (2.4.3):

$$n = \frac{3600 \cdot \Sigma(i_{lv} \cdot l) \cdot B \cdot M}{V_m} \quad (1/h) \quad (2.4.3)$$

kde: V_m je vnitřní objem prostoru (m^3).

Za dostatečnou se považuje výměna vzduchu minimálně $15 m^3$ čerstvého vzduchu za hodinu na jednu přítomnou osobu, což odpovídá $4,2 l/s$. V kuchyních, prostorách pro přípravu jídla a koupelnách je požadováno $10 l/s$ na osobu.

Pokud dochází k vyšší produkci škodlivin (například při kouření, vytápění, vaření, koupání), musí větrací systém umožnit zvýšení intenzity výměny vzduchu v místnosti, aby byla zajištěna adekvátní ventilace a zdravé prostředí.

V obytných budovách by měla být zajištěna minimální hygienická výměna vzduchu, která odpovídá nejméně polovině objemu budovy za hodinu.

$$n_N = 0,5 \text{ 1/h}$$

Výplně otvorů, které oddělují schodiště a zádveří od exteriéru, a také výplně otvorů, které oddělují byty od společných nevytápěných prostor (chodeb, schodišť), musí splňovat požadavky na:

$$i_{lv} \leq 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / (\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}^2 / ^3)$$

Při navrhování oken je důležité zohlednit třídu akustické izolace, která závisí na hodnotě $L_{Aeq,(2m)}$ vnějším prostředí. Okna jsou vybírána na základě této třídy tak, aby splňovala požadavky na akustickou izolaci. Hodnota R_w okna, upravená podle poměrné plochy v obvodové konstrukci, musí splňovat stanovená kritéria pro danou třídu akustické izolace. Tato úprava zohledňuje vliv velikosti okna na celkovou zvukovou izolaci budovy, čímž zajišťuje optimální úroveň ochrany proti vnějšímu hluku a zajišťuje komfortní akustické podmínky v interiéru.

Třídy jakosti zvukové izolace oken jsou definovány na základě schopnosti oken tlumit hluk z vnějšího prostředí. Tyto třídy jsou určeny hodnotou R_w (vážená neprůzvučnost), která udává, o kolik decibelů dokáže okno snížit hladinu hluku přicházejícího zvenčí.

Hlavní charakteristiky tříd:

Třída 0: Minimální zvuková izolace

- Okna této třídy nezajišťují účinné tlumení hluku, proto jsou vhodná pouze do klidných oblastí.
- $R_w < 25 \text{ dB}$

Třída 1: Nízké zvukové izolační vlastnosti

- Tato třída je vhodná pro oblasti s nízkou hladinou vnějšího hluku, například v klidných venkovských lokalitách.
- $R_w < 30 \text{ dB}$.

Třída 2: Střední zvuková izolace

- Doporučuje se pro městské zóny s mírnou hlučností, například v obytných oblastech mimo hlavní dopravní tahy.
- $R_w: 30 - 35 \text{ dB}$.

Třída 3: Vysoká zvuková izolace

- Používá se v oblastech se zvýšenou hlučností, například v blízkosti silnic, železnic nebo v městských centrech.
- $R_w: 35 - 40 \text{ dB}$.

Třída 4: Velmi vysoká zvuková izolace

- Tato třída je vhodná pro prostředí s intenzivním hlukem, například v blízkosti letišť nebo průmyslových zón.
- R_w : 40–45 dB.

Třída 5: Extrémní zvuková izolace

- Používá se ve speciálních případech, kdy je vyžadována maximální ochrana proti hluku, například v nemocnicích nebo zvukových studiích.
- $R_w > 45$ dB.

Kritéria pro zařazení okna do třídy:

- L_{Aeq} – průměrná hladina akustického tlaku ve venkovním prostředí (měřená ve 2 metrech od fasády).
- Plocha okna – čím větší okno, tím vyšší je nárok na zvukovou izolaci kvůli ztrátě neprůzvučnosti.
- Konstrukce a materiály – rám, zasklení a těsnění hrají klíčovou roli.

Význam tříd zvukové izolace

Třídy zvukové izolace oken umožňují navrhnout vhodná řešení pro různé typy prostředí, čímž přispívají ke zvýšení komfortu bydlení a snižují negativní dopady hluku na zdraví a pohodu obyvatel. Správně zvolená třída zajišťuje vyhovující akustické podmínky a minimalizuje potřebu dodatečných úprav.

Tady je několik tipů pro efektivní větrání.

1. Intenzivní nárazové větrání

- Nejlepších výsledků dosáhnete nárazovým větráním – otevřením oken dokořán na několik minut, ideálně na obou stranách místnosti nebo bytu (tzv. průvan).
- Tím se rychle vymění vzduch bez výrazného ochlazení stěn a nábytku, což pomáhá udržet stabilní teplotu uvnitř.
- Optimální doba je 5–10 minut, v závislosti na ročním období a teplotě venku.

2. Pravidelné větrání podle sezóny

- V zimě je lepší větrat častěji, ale krátce, aby se minimalizovaly tepelné ztráty. V zimě stačí větrat 3–4 minuty.
- V létě můžete větrat déle a častěji, ideálně ráno nebo večer, kdy jsou teploty nižší.

3. Větrání v místnostech s vysokou vlhkostí

- Koupelna, kuchyně nebo ložnice často potřebují více větrání kvůli vyšší vlhkosti.
- V koupelně byste měli větrat vždy po sprchování, abyste zabránili vzniku plísní.

4. Mikroventilace

- Mikroventilace (poloha „ventilace“ na oknech) je vhodná na průběžné provětrávání, ale nestačí jako jediný způsob větrání. Může být užitečná v noci v ložnici nebo během vaší nepřítomnosti.

Nevýhody:

- v teplých obdobích za bezvětrí dochází jen k minimální míře větrání,
- při velkém rozdílu vnitřní a vnější teploty nebo za větrného počasí může být větrání příliš intenzivní – nežádoucí energetické ztráty,
- v zimě dochází k neustálému nežádoucímu ochlazení ostění – zvýšení nákladů na topení,
- není možné regulovat ani kontrolovat intenzitu větrání, je závislá na povětrnostních podmínkách,
- v různých místnostech se intenzita větrání liší (závisí např. na směru větru či orientaci oken ke světovým stranám),
- samotná mikroventilace dostatečné větrání objektu nevyřeší.

5. Pravidlo: Čím nižší venkovní teplota, tím kratší doba větrání

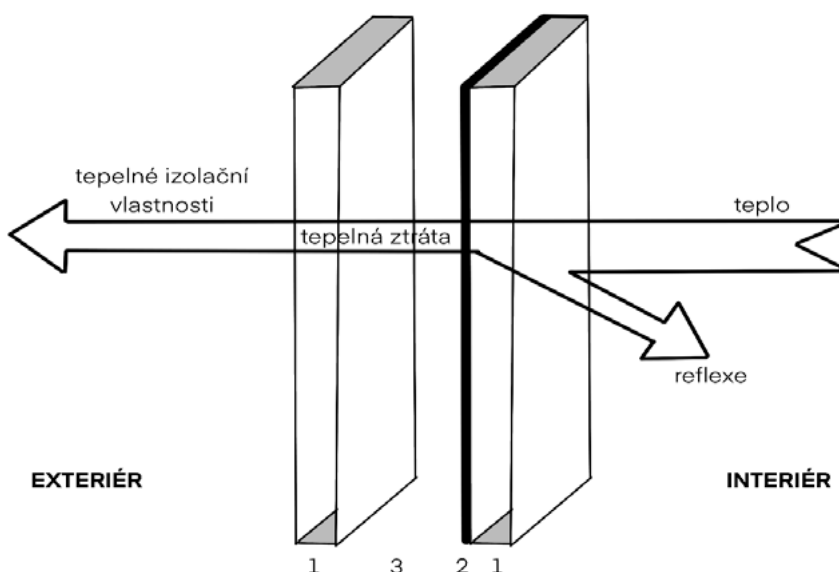
- V chladnějších měsících je rozdíl mezi vnitřní a venkovní teplotou větší, což zajišťuje rychlejší výměnu vzduchu. Na jaře a v létě můžeme větrat déle, protože teploty jsou podobné.

Výhody větrání okny:

- Snižuje hladinu oxidu uhličitého (CO_2), čímž zlepšuje koncentraci a celkové zdraví.
- Pomáhá udržovat správnou vlhkost, což je klíčové pro prevenci plísní.
- Zlepšuje kvalitu vzduchu odstraněním prachu, alergenů a škodlivin.

Správným větráním můžete vytvořit zdravé a příjemné prostředí, které je zároveň energeticky efektivní.

K tepelným ztrátám (Obr. 2.4.1) dochází skrze skleněnou výplň, rámy okenních křídel, rámy oken a skrze ostění. Tepelné mosty, kondenzace vodní páry a průvzdušnost oken jsou klíčovými faktory ovlivňujícími komfort a energetickou efektivitu budov. Každý z těchto jevů má dopad na tepelné ztráty, tvorbu plísní a celkovou kvalitu prostředí uvnitř budovy. Níže se podíváme podrobněji na každý z nich.



Obr. 2.4.1 Funkce izolačního dvojskla se selektivní vrstvou
1 – sklo, 2 – nízkoemisní vrstva, 3 – dutina mezi skly

Okna s dvěma jednoduchými skly, třemi skly – s izolačním dvojsklem na vnitřní straně a další možné kombinace, nazýváme jako okna zdvojená. Více vrstev sice zlepšuje tepelně technické vlastnosti, na druhé straně však navyšuje hmotnost křídla, které pak musí být dostatečně tuhé a zároveň musí být úměrně tomu uchyceno k okennímu rámu.

1. Tepelné mosty

• Co jsou tepelné mosty?

Tepelné mosty jsou místa v konstrukci budovy, kde dochází k intenzivnímu úniku tepla. Typicky se nacházejí v místech s přerušenou tepelnou izolací nebo v koutech, kde se stěny a strop či podlaha spojují. Jsou často přítomny kolem oken, dveří a v rozích.

• Důsledky tepelných mostů

- Vede k tepelným ztrátám, což zvyšuje náklady na vytápění.
- V oblastech s tepelnými mosty často dochází k ochlazení povrchů, což může způsobit kondenzaci vodní páry.
- Zvyšuje riziko tvorby plísní, které mohou mít negativní dopad na zdraví obyvatel.

• Jak tepelné mosty eliminovat?

- Dobře navržená a správně instalovaná izolace je základním řešením.
- Použití moderních stavebních materiálů, které minimalizují tepelné ztráty.
- Kvalitní montáž oken a dveří s ohledem na správné utěsnění.

2. Kondenzace vodní páry

• Co je kondenzace?

Kondenzace vzniká, když teplý a vlhký vzduch přichází do kontaktu s chladnými povrchy, jako jsou okna nebo stěny s tepelnými mosty. Voda ve vzduchu se pak mění na kapalnou podobu a usazuje se na povrchu.

• Důsledky kondenzace

- Dlouhodobá kondenzace může vést k poškození stavebních materiálů a vzniku plísní.
- Způsobuje nežádoucí skvrny a může oslabit konstrukci budovy.
- Vysoká vlhkost v místnostech může mít také negativní vliv na zdraví (např. respirační problémy).

• Jak zabránit kondenzaci

- Pravidelné a správné větrání místností je zásadní pro odvětrání vlhkosti.
- Použití kvalitních oken s dostatečnou tepelnou izolací.
- Omezení zdrojů vlhkosti v domácnosti (např. používání digestoře při vaření, větrání koupelny).
- Instalace odvlhčovačů vzduchu v místnostech s vysokou vlhkostí.

3. Průvzdušnost oken

• Co je průvzdušnost?

Průvzdušnost oken označuje schopnost okenní konstrukce odolávat průniku vzduchu při rozdílných tlacích na obou stranách okna. Kvalitní okna by měla mít minimální průvzdušnost, aby dobře izolovala vnitřní prostředí od venkovního.

• Důsledky vysoké průvzdušnosti

- Zvyšuje se únik tepla, což zvyšuje náklady na vytápění.
- Do interiéru může pronikat prach, alergenů a nečistoty zvenčí.
- Snižuje se komfort obyvatel, protože okna propouštějí chladný vzduch a způsobují průvan.

• Jak zlepšit průvzdušnost oken

- Výběr kvalitních oken s vysokými izolačními schopnostmi.
- Pravidelná údržba okenních těsnění, které se časem mohou opotřebovat a snížit účinnost izolace.
- Profesionální instalace oken, aby okna těsně přiléhala a nedocházelo k netěsnostem.

Pro okenní rámy a rámy okenních křídel nevyplývají pouze nároky na tepelně technické vlastnosti, respektive součinitel prostupu tepla, ale také nároky na statickou a dynamickou odolnost daného systému, s ohledem na jeho správnou funkčnost, dostatečnou tuhost a průvzdušnost spár i_{lv} [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$]. Jednotlivé rámové konstrukce pak můžeme diverzifikovat na základě materiálu, ze kterého byl rám zhotoven. Dobré tepelně technické vlastnosti dřeva předurčují tento materiál k použití na zhotovení rámu. Dřevo bylo v historickém vývoji pro svou dostupnost a dobrou opracovatelnost hojně využíváno. V současnosti se dřevěná ráma osazují nejčastěji v historických objektech, které např. procházejí rekonstrukcí. Díky nízkému součiniteli prostupu tepla u nich můžeme pozorovat relativně jednoduchou geometrii, která se však v porovnání s ostatními konstrukčními materiály může měnit (např. vlivem vlhkosti). U těchto oken tedy očekáváme vyšší hodnoty průvzdušnosti spár, které jsou navíc v čase proměnné. V některých případech tak nemusí být díky této přirozené infiltraci dále řešena výměna vzduchu pomocí větracích klapek a mřížek, nebo dokonce s využitím nuceného větrání, jako je tomu u většiny těsných oken. Podstatného

zlepšení tepelně technických vlastností okenních otvorových výplní můžeme dosáhnout pomocí dalších přídatných konstrukcí. Tato konstrukce může být umístěna vně, uvnitř nebo na vnitřní straně okna.

Tepelná ochrana budov – dnes upravená ČSN 73 0540 popisuje požadavky na energetickou náročnost budov. První norma zabývající se danou problematikou byla zpracována již v roce 1954. Od té doby prošla několikageneračním vývojem, který spočíval ve změnách hodnot tepelného odporu R , respektive součinitele prostupu tepla U . Daná norma však ve svém prvním vydání nezahrnovala součinitel prostupu tepla okny, nýbrž pouze výše zmiňované součinitele u vnějších stěn a střechy. Aktuálně poslední platná novelizace normy ČSN 73 0540-2 upravuje požadavky na součinitele prostupu tepla u stavebních konstrukcí. Části 730540-1, 730540-3 a 730540-4 přetrvávají z roku 2005. Za zmínku stojí další doplňkové normy, které mají přímou vazbu na řešenou problematiku, jako třeba ČSN EN ISO 10077-1 nebo ČSN EN ISO 10077-1 „Tepelné chování oken, dveří a okenic – Výpočet součinitele prostupu tepla – Část 1: Zjednodušená metoda“. V dnešní době nejsou normy závazné, a tak danou oblast reguluje platná vyhláška. V tomto případě vyhláška č. 323/2017 Sb., která nahradila dřívější vyhlášku č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, kde byl uveden bod „(3) Požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami.“ Přehled požadovaných hodnot součinitele prostupu tepla U ve vybraných zemích z 2005 ke uveden v tabulce 2.4.1.

Tab. 2.4.1 Přehled požadovaných hodnot součinitele prostupu tepla U ve vybraných zemích z 2005 dle Vaverka a kol. (2006).

Země	Vnější stěna	Okno	Dveře	Stěna u nevytápěného prostoru	Strop pod nevytápěným prostorem; střecha	Podlaha
Česká republika	lehká: 0,30	nové: 1,7	nové: 1,7	0,60	0,30	0,60
	těžká: 0,38	uprav.: 2,0	uprav.: 2,0			
Česká republika *)	lehká: 0,20	nové: 1,2	nové: 1,2	0,40	0,20	0,40
	těžká: 0,25	uprav.: 1,4	uprav.: 1,4			
Slovensko	0,46	2,0	4,3	0,8 - 2,75	0,30	0,40-0,60
Slovensko *)	0,32	1,7	3,0	0,4 - 1,7	0,20	0,40-0,45
Rakousko	0,35	1,7	1,7	0,50	0,20	0,40
Belgie	0,4 - 0,6	2,5 - 3,5	3,5	0,60	0,4 - 0,6	0,6 - 1,2
Dánsko	0,3	1,5	1,8	0,40	0,15	0,20
Finsko	0,28	1,8	0,7	0,28	0,22	0,22
Francie (EC)	0,39	2,45	1,3	0,39	0,20	0,44
Francie (Elec)	0,28	2,45	1,3	0,28	0,20	0,37
Německo	0,50	1,65	2,0	0,50	0,22	0,35
Řecko	0,60	3,5	3,5	0,70	0,60	0,60
Itálie	0,58	2,75	3,66	0,58	0,75	0,74
Irsko	0,45	3,3	3,3	0,63	0,25	0,45
Lucembursko	0,40	2,0	2,0	0,50	0,40	0,50
Holandsko	0,20 - 0,40	1,5 - 2,5			0,2 - 0,4	0,2 - 0,4
Norsko	0,22	1,6	1,6	0,22	0,15	0,15
Portugalsko	0,95	4,2	3,5	0,95	0,75	0,75
Švédsko	0,22	1,6	1,6	0,22	0,15	0,15
Velká Británie	0,35	2,2	2,2	0,35	0,16 - 0,25	0,25
Skotsko	0,3	2,2	2,2	0,3	0,16 - 0,25	0,25
*) doporučené hodnoty						

* doporučené hodnoty

Tab. 2.4.2 Součinitel prostupu tepla a součinitel spárové průvzdušnosti dle ČSN 73 0540-3 (1994)

Druhy oken a dveří		Normové hodnoty		Výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla
		Součinitel prostupu tepla	Součinitel spárové průvzdušnosti	
		$U_{ok,n}$	$i_{LV} \cdot 10^{-4}$	
		[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	[m ² ·s ⁻¹ · Pa ^{-0,67}]	
Okna dřevěná, kombinovaná a z plastů				
1 Jednoduchá okna				
01.1	s jedním sklem	4,5	1,9	5,2
01.2	s přídatným sklem v rámečku z plastu nebo kovu (sdružené křídlo)	2,6	1,9	3,0
01.3	s izolačním dvojsklem bez selektivní vrstvy	2,5	1,9	2,9
01.4	s izolačním dvojsklem se selektivní vrstvou	1,8	1,9	2,1
01.5	s izolačním dvojsklem bez selektivní vrstvy a s přídatným sklem v rámečku z plastu nebo kovu (sdružené křídlo)	1,9	1,9	2,2
01.6	s izolačním trojsklem	1,8	1,9	2,1
2 Zdvojená okna				
02.1	se dvěma skly	2,4	1,4	2,8
02.2	se třemi skly s izolačním dvojsklem na vnitřní straně okna	1,7	1,4	2,0
02.3	se třemi skly, třetí sklo v rámečku mezi křídly	1,65	1,4	1,9
3 Dvojitá okna dřevěná, kombinovaná a z plastů				
03.1	dvojitá, dvě skla	2,35	1,2	2,7
03.2	dvojitá, sklo jednoduché a dvojsklo	1,4		1,6

Pro snížení tepelných ztrát, kondenzace a zvýšení komfortu je důležité dbát na správnou izolaci stavebních prvků, správnou montáž oken a dveří a pravidelnou údržbu těsnění. Pravidelné větrání pak pomáhá udržet optimální vlhkost a předcházet vzniku plísní.

2.5 POŽÁRNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OKEN

Požárně technické vlastnosti oken jsou zásadní pro zajištění bezpečnosti a ochrany před šířením požáru v budovách. Okna jako součást stavebních konstrukcí musí splňovat určité požadavky, které pomohou minimalizovat riziko vzniku požáru a jeho šíření, a zároveň umožnit evakuaci osob v případě požáru.

1. Požární odolnost oken

Požární odolnost oken je schopnost okna odolávat požáru po určitou dobu, čímž se zabráňuje šíření požáru mezi jednotlivými prostory. Požární odolnost je vyjádřena v minutách nebo hodinách, během nichž okno poskytuje ochranu proti ohni, kouři a teple.

Klasifikace požární odolnosti:

- **Třída požární odolnosti (např. EI 30, EI 60, EI 90):** čísla za písmeny (např. 30, 60, 90) označují dobu, po kterou okno poskytuje ochranu, obvykle v minutách (např. EI 30 znamená 30 minut).
- **Kritéria pro požární odolnost** zahrnují:
 - **E** (integrita): schopnost okna zabránit šíření ohně a kouře.
 - **I** (izolace): schopnost okna bránit přenosu tepla na druhou stranu okenního otvoru, což by mohlo způsobit vznícení okolních materiálů.
 - **W** (odolnost proti plamennému přenosu tepla): určuje schopnost okna chránit před přenosem tepla, což je klíčové pro ochranu proti popáleninám.

2. Materiály a konstrukce oken pro požární odolnost

Okna s požární odolností jsou vyráběna z materiálů, které zpomalují šíření požáru a tepla. K těmto materiálům patří:

- **Požární sklo:** speciální sklo, které je odolné vůči vysokým teplotám a chrání proti šíření ohně. Může být jedno - nebo vícevrstvé, obsahující mezivrstvy, které se při vystavení teple roztaví a vytvoří izolační vrstvu.
- **Požární rámy:** rámy oken jsou vyrobeny z materiálů, které odolávají vysokým teplotám, jako jsou ocelové rámy nebo speciální kompozity.
- **Izolační materiály:** mezi sklem a rámem mohou být použity speciální požární izolační materiály, které zlepšují tepelnou ochranu.

3. Požární uzávěry a ochrana proti šíření kouře

Kromě samotné odolnosti proti ohni, okna často zahrnují i ochranu proti šíření kouře, která je klíčová pro zajištění evakuace osob a ochranu zdraví:

- **Kouřotěsnost:** okna mohou být navržena tak, aby minimalizovala nebo zamezila šíření kouře do jiných částí budovy. Tato vlastnost je zvláště důležitá v prostorech, kde jsou vysoké nároky na evakuaci osob, jako jsou nemocnice, školní budovy nebo komerční prostory.

4. Evakuační vlastnosti oken

V případě požáru je důležité, aby okna umožnila bezpečný únik osob. Požárně technické vlastnosti oken zahrnují i jejich roli v evakuačních scénářích.

- **Otvíravost:** okna určená pro evakuaci musí být snadno otevíratelná. V případě požáru musí být okno možné otevřít bez použití nářadí, například pomocí jednoduchého mechanismu, který umožňuje okamžitý přístup ven.
- **Vlastnosti otevíravých oken:** pro okna určená pro evakuaci se často používají konstrukce, které umožňují jejich otevření v nouzových situacích, například okna s automatickým otevíráním při detekci kouře.
- **Okna jako nouzové východy:** v některých budovách (například v hotelích, školách nebo veřejných budovách) mohou okna sloužit jako nouzový výstup. Musí být navržena tak, aby splňovala požadavky na velikost a bezpečnost pro rychlou evakuaci.

5. Normy a legislativa pro požární bezpečnost oken

Požárně technické vlastnosti oken jsou definovány normami a předpisy, které stanovují požadavky na jejich požární odolnost a bezpečnost. V České republice a v rámci EU jsou tyto normy obvykle založeny na evropských standardech:

- **ČSN EN 13501-2:** tato norma specifikuje klasifikaci požární odolnosti stavebních prvků, včetně oken. Poskytuje detaily o požadavcích na odolnost proti ohni a kouři pro různé konstrukční prvky, včetně skla.
- **ČSN 73 0810:** tato norma specifikuje požadavky na požární bezpečnost staveb, včetně požadavků na okna a dveře.

6. Specifické aplikace požárně odolných oken

- **Komerční budovy:** v komerčních budovách, kancelářích, obchodních centrech nebo veřejných institucích jsou požární okna často navržena pro ochranu mezi různými zónami a pro kontrolu šíření ohně mezi jednotlivými patry.
- **Bytové domy:** v obytných budovách je důležité zajistit požární odolnost oken ve společných prostorách (např. schodiště, chodby), ale také ve vztahu k sousedním bytům, aby se zabránilo šíření požáru mezi jednotlivými bytovými jednotkami.
- **Historické budovy:** u historických nebo chráněných budov mohou být požární okna specifikována tak, aby odpovídala architektonickým požadavkům, ale zároveň splňovala moderní požadavky na požární bezpečnost.

Požárně technické vlastnosti oken jsou klíčové pro bezpečnost budov a jejich obyvatel. Okna musí mít požární odolnost, která zabraňuje šíření požáru a kouře, a zároveň umožňuje bezpečnou evakuaci osob. Výběr materiálů, konstrukce oken, jejich typy (požární sklo, požární rámy) a normy, kterými se řídit, jsou všechny faktory, které ovlivňují účinnost oken v případě požáru. Správná požární odolnost a funkčnost oken zajišťují bezpečnost a ochranu, a to nejen v případě požáru, ale i pro prevenci jeho šíření.

2.6 ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ VLASTNOSTI OKEN

Izolační vlastnosti oken jsou klíčové pro udržení tepelného komfortu a snížení energetických nákladů.

Zde jsou hlavní faktory, které ovlivňují izolační vlastnosti oken:

1. Součinitel prostupu tepla (U-hodnota)

U-hodnota měří tepelnou prostupnost okna. Nižší U-hodnota znamená lepší izolační vlastnosti. Například, okna s trojskly mohou dosahovat U-hodnoty kolem 0,8 W/m²K, což je ideální pro pasivní domy.

2. Typ zasklení

Dvojskla a trojskla: moderní okna často využívají dvojskla nebo trojskla. Trojskla poskytují lepší tepelnou izolaci než dvojskla.

Plynová výplň: mezi skly se často nachází vzácný plyn, jako je argon, který zlepšuje izolační vlastnosti.

3. Materiál rámu

Plastová okna: mají dobré izolační vlastnosti a jsou cenově dostupná.

Dřevěná okna: nabízejí vynikající izolační vlastnosti a estetický vzhled, ale vyžadují více údržby.

Hliníková okna: jsou velmi odolná, ale mají horší izolační vlastnosti než plastová nebo dřevěná okna.

4. Konstrukce rámu

Stavební hloubka: větší stavební hloubka rámu zlepšuje izolační vlastnosti.

Těsnění: kvalitní těsnění kolem rámu a křídel okna zabraňuje úniku tepla.

5. Solární zisk (G-hodnota)

G-hodnota měří množství slunečního tepla, které okno propustí. Vyšší G-hodnota může být výhodná v chladnějších klimatických podmínkách, protože umožňuje pasivní ohřev interiéru.

6. Protisluneční skla

Protisluneční skla: tato skla odrážejí infračervené záření a snižují přehřívání interiéru v letních měsících.

Výpočet U-hodnoty okna zahrnuje několik kroků a zohledňuje různé komponenty okna, jako je rám, zasklení a distanční rámeček. Zde je příklad, jak se U-hodnota vypočítává:

Příklad výpočtu U-hodnoty okna

Komponenty okna:

1. **Rám okna (U_f):** Součinitel prostupu tepla rámem.
2. **Zasklení (U_g):** Součinitel prostupu tepla zasklením.
3. **Distanční rámeček (ψ_g):** Lineární činitel prostupu tepla distančním rámečkem.

Předpokládané hodnoty:

- U_f (rám): 1,2 W/m²K
- U_g (zasklení): 0,7 W/m²K
- ψ_g (distanční rámeček): 0,05 W/mK

Poměry ploch:

- Plocha rámu (A_f): 20 % celkové plochy okna
- Plocha zasklení (A_g): 80 % celkové plochy okna

Výpočet:

1. Výpočet prostupu tepla rámem:

$$U_f \times A_f = 1,2 \times 0,2 = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2. Výpočet prostupu tepla zasklením:

$$U_g \times A_g = 0,7 \times 0,8 = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$$

3. Výpočet prostupu tepla distančním rámečkem:

$$\psi_g \times d_e = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ W/mK}$$

(Předpokládáme délku rámečku 1 m pro zjednodušení)

4. Celková U-hodnota okna:

$$U_w = U_f \times A_f + U_g \times A_g + \psi_g \times d_e$$

$$U_w = 0,24 + 0,56 + 0,05 = 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Tento příklad ukazuje, jak se jednotlivé komponenty podílejí na celkové U-hodnotě okna. Nižší U-hodnota znamená lepší izolační vlastnosti okna

Index zvukové neprůzvučnosti (R_w)

- **R_w** je hodnota, která měří schopnost okna izolovat zvuk. Vyšší hodnota R_w znamená lepší zvukově izolační vlastnosti. Moderní plastová okna mají obvykle R_w v rozmezí od 30 do 45 dB.

Faktory ovlivňující zvukovou izolaci:

1. Typ zasklení

- **Dvojskla a trojskla:** trojskla mohou poskytovat lepší zvukovou izolaci než dvojskla, ale je důležité, aby skla měla různé tloušťky, aby se předešlo rezonanci.
- **Lepená skla:** speciální vrstvená skla s akustickou fólií mezi vrstvami skla výrazně zlepšují zvukovou izolaci.

2. Materiál rámu

- **Plastová okna:** mají dobré zvukově izolační vlastnosti a jsou cenově dostupná.
- **Dřevěná okna:** nabízejí vynikající zvukovou izolaci, ale vyžadují více údržby.
- **Hliníková okna:** jsou velmi odolná, ale zvukově izolační vlastnosti mohou být horší než u plastových nebo dřevěných oken.

3. Těsnění

- Kvalitní těsnění kolem rámu a křídel okna je klíčové pro zajištění dobré zvukové izolace.

4. Instalace

- Správná instalace oken, včetně ošetření připojovací spáry, je zásadní pro dosažení optimální zvukové izolace.

Praktické příklady:

- **R_w 30 dB:** základní úroveň zvukové izolace, vhodná pro méně hlučné oblasti.
- **R_w 40 dB:** vysoká úroveň zvukové izolace, vhodná pro oblasti s vyšší úrovní hluku, jako jsou rušné ulice.
- **R_w 45 dB a více:** velmi vysoká úroveň zvukové izolace, vhodná pro extrémně hlučné prostředí, například v blízkosti letišť.

Výpočet indexu R_w

Výpočet R_w zahrnuje měření útlumu zvuku při průchodu stavebním prvkem. Zde je zjednodušený postup:

1. **Měření zvukového tlaku:** měří se hladina zvuku na obou stranách stavebního prvku (např. okna) při různých frekvencích.
2. **Výpočet útlumu:** rozdíl mezi hladinou zvuku na vstupní a výstupní straně se nazývá útlum zvuku.
3. **Standardizace:** útlum zvuku se upraví podle standardních podmínek a frekvenčního spektra, aby se získala hodnota R_w .

Příklad výpočtu

Představme si, že máme okno, které bylo testováno při různých frekvencích. Zde jsou naměřené hodnoty útlumu zvuku (v dB) při několika frekvencích:

- 125 Hz: 25 dB
- 250 Hz: 30 dB
- 500 Hz: 35 dB
- 1000 Hz: 40 dB
- 2000 Hz: 45 dB
- 4000 Hz: 50 dB

Tyto hodnoty se zprůměrují a upraví podle standardních váhových faktorů pro různé frekvence, aby se získala celková hodnota R_w . Například, pokud váhové faktory pro jednotlivé frekvence jsou:

- 125 Hz: 0.1
- 250 Hz: 0.2
- 500 Hz: 0.3
- 1000 Hz: 0.3
- 2000 Hz: 0.1
- 4000 Hz: 0.1

Výpočet by vypadal takto:

$$R_w = (25 \times 0.1) + (30 \times 0.2) + (35 \times 0.3) + (40 \times 0.3) + (45 \times 0.1) + (50 \times 0.1)$$

$$R_w = 2.5 + 6 + 10.5 + 12 + 4.5 + 5 = 40.5 \text{ dB}$$

Tímto způsobem se získá hodnota R_w , která reprezentuje zvukově izolační vlastnosti okna.

Zvukově izolační vlastnosti oken jsou klíčové pro zajištění klidného a komfortního prostředí. Výběr správného typu zasklení, materiálu rámu, kvalitního těsnění a správná instalace mohou výrazně zlepšit zvukovou izolaci oken.

2.7 VODOTĚSNOST OKEN

Vodotěsnost oken je klíčovým parametrem, který ovlivňuje jejich funkčnost, komfort uvnitř budovy a dlouhodobou odolnost proti povětrnostním vlivům. Správně navržená a kvalitně instalovaná okna zajišťují, že do interiéru neproniká žádná voda, ani při silném dešti nebo větrných podmínkách. Vodotěsnost se obvykle testuje za využití specifických metod, které simulují různé povětrnostní podmínky a testují schopnost okna odolávat vlhkosti.

Faktory ovlivňující vodotěsnost oken

1. Konstrukce a materiál

Vodotěsnost oken je do značné míry ovlivněna kvalitou konstrukce rámu a typu použitého materiálu. Dřevěná okna mohou poskytovat vysokou vodotěsnost, avšak vyžadují kvalitní povrchovou úpravu, která chrání dřevo před vlhkostí. Moderní dřevěná okna se často vyrábějí s různými vrstvami ochranných nátěrů, které zvyšují jejich odolnost vůči vodě. U oken na bázi dřeva je také důležité, aby byla opatřena kvalitním těsněním, které zajistí ochranu před pronikáním vody v kritických spojích mezi rámem a křídlem okna.

2. Těsnění

Klíčovým prvkem vodotěsnosti oken je kvalitní těsnění, které by mělo být odolné vůči UV záření a mělo by mít vysokou pružnost, aby dokázalo reagovat na změny vlhkosti a teploty. Těsnění musí být umístěno jak na rámu, tak na křídle okna, a to v několika vrstvách, aby se minimalizovala možnost průniku vody.

3. Montáž a instalace

I to nejvyšší okno může selhat ve vodotěsnosti, pokud není správně nainstalováno. Montážní pěna, parotěsná fólie a speciální těsnicí pásy se používají ke správnému utěsnění prostoru mezi okenním rámem a stavebním otvorem. Nesprávná instalace nebo nedostatečné utěsnění může vést k prosakování vody i u velmi kvalitních oken.

Testování vodotěsnosti oken

Vodotěsnost oken se obvykle testuje podle norem, jako je ČSN EN 1027, která definuje testování vodotěsnosti oken pomocí simulace různých tlakových a dešťových podmínek. Test se provádí v laboratořích a zahrnuje například tlakový test, při kterém se okno vystaví působení vody a zvyšujícího se tlaku vzduchu, aby se zjistilo, zda do okna nepronikne voda ani za extrémních podmínek.

Příklad hodnocení vodotěsnosti

Vodotěsnost oken se obvykle označuje v třídách od 1A do 9A, přičemž vyšší třída znamená lepší odolnost proti vodě. Například:

- **Třída 1A** – základní úroveň vodotěsnosti, vhodná pro méně exponované oblasti.
- **Třída 5A** – okno je schopné odolávat dešti při větru o rychlosti až 60 km/h.
- **Třída 9A** – okno je schopné odolávat extrémním podmínkám, včetně prudkých dešťů a silného větru, což je vhodné například pro vyšší budovy a exponované lokality.
- **E1950** - extrémně vysoká úroveň vodotěsnosti, vhodná pro velmi náročné podmínky.

Okna s vyšší třídou vodotěsnosti bývají vhodná pro náročné klimatické podmínky, jako jsou horské oblasti nebo přímořská města, kde jsou vystavena silným srážkám a větru.

Příklady řešení pro zvýšení vodotěsnosti u dřevěných oken

1. Lepší profilování drážek

V moderních dřevěných oknech se často využívají speciálně profilované drážky, které efektivněji odvádějí vodu mimo okenní rám. To brání hromadění vody na povrchu okna a minimalizuje riziko prosakování.

2. Povrchová úprava dřeva

Aby dřevěná okna zůstala odolná vůči vlhkosti, používají se vícevrstvé povrchové úpravy, které chrání dřevo před nabobtnáváním a vysycháním. Laky a lazury na vodní bázi vytvářejí na povrchu dřeva tenkou ochrannou vrstvu, která zabraňuje pronikání vlhkosti.

3. Integrované odvodňovací systémy

Některé moderní dřevěné okenní systémy obsahují skryté odvodňovací kanálky, které odvádějí vodu, jež by se mohla shromažďovat uvnitř rámu nebo kolem skla. Tyto systémy zajistí, že voda neprosakuje do interiéru ani při velkých srážkách.

Okenní konstrukce jsou z hlediska vodotěsnosti považovány za vyhovující, pokud splňují požadavky na tzv. hranici zatékavosti. Hranicí zatékavosti se rozumí nejvyšší tlaková hodnota zaznamenaná během zkoušky vodotěsnosti, při níž je stále zajištěna plná odolnost vůči pronikání vody. Tato zkouška simuluje různé podmínky zatížení okna tlakem a vlhkostí, jaké mohou nastat při běžném provozu či extrémních povětrnostních vlivech. Hodnocení vodotěsnosti oken probíhá na základě laboratorních zkoušek prováděných podle normy ČSN EN 1027 (746019), která stanovuje přesný postup zkoušení a kritéria pro posouzení těsnosti. Normované testování zajišťuje konzistentní a objektivní měření vlastností okenních konstrukcí, což umožňuje ověřit jejich kvalitu a vhodnost pro použití v různých podmínkách. Vodotěsnost je klíčovým parametrem pro zajištění funkčnosti a dlouhodobé životnosti oken, a její správné posouzení přispívá k ochraně vnitřního prostředí budov před vlhkostí a možnými škodami způsobenými zatékáním. Vodotěsnost oken je zásadním faktorem, který ovlivňuje jejich kvalitu a dlouhodobou funkčnost. Dřevěná okna mohou nabídnout vysokou úroveň vodotěsnosti za předpokladu kvalitní konstrukce, vhodné povrchové úpravy a precizní montáže. Správně navržené a instalované Dřevěná okna poskytuje spolehlivou ochranu proti vodě, čímž zvyšuje komfort uvnitř budovy a prodlužuje životnost celé okenní konstrukce.

2.8 MECHANICKÁ ODOLNOST A ODOLNOST PROTI VĚTRU

Mechanická odolnost a odolnost proti větru jsou důležitými parametry, které ovlivňují funkčnost a dlouhodobou životnost oken. Tyto vlastnosti určují, jak okno odolá mechanickému namáhání a zatížení větrem, zejména ve vyšších budovách a lokalitách s častými silnými větry. Pro okna, včetně dřevěných, jsou proto zavedeny normy, které hodnotí jejich odolnost vůči těmto faktorům, a je třeba dbát na správnou volbu oken podle podmínek prostředí.

Mechanická odolnost oken

Mechanická odolnost se vztahuje k pevnosti konstrukce okenního rámu a křídel vůči běžným mechanickým vlivům, jako jsou nárazy, ohyb a další mechanické namáhání. Mechanická odolnost oken je ovlivněna typem použitého materiálu, konstrukcí a kvalitou spojů mezi rámem a křídlem.

➤ Materiál rámu a křídel

Dřevo je vysoce pevný materiál, který má přirozenou odolnost vůči ohybu a praskání, pokud je dobře zpracované a ošetřené. Používají se obvykle druhy dřeva s vyšší hustotou, jako je dub nebo modřín, které poskytují vyšší odolnost než měkké dřeviny. Moderní dřevěná okna jsou často vyráběna z lepených vrstev dřeva (například třívrstvá konstrukce), což zvyšuje jejich stabilitu a zabraňuje deformacím, například vlivem vlhkosti nebo teplotních změn. Rámy z hliníku, dřeva nebo plastu mají různé mechanické vlastnosti. Hliníkové rámy jsou velmi pevné, zatímco dřevěné rámy nabízejí dobrý kompromis mezi pevností a izolačními vlastnostmi.

➤ Spoje a konstrukční řešení a montáž

Kvalitní mechanické spoje jsou klíčové pro celkovou pevnost okna. U dřevěných oken se často používají spoje čepové nebo šroubové, které zajišťují pevné spojení a zvyšují odolnost vůči mechanickému zatížení. Rovněž je důležité, aby rámy měly dostatečně pevné zasklení, které se dosahuje prostřednictvím bezpečnostních skel nebo laminovaných skel. Tato skla zvyšují celkovou pevnost okna a odolnost vůči nárazu. Kvalitní kování zvyšují mechanickou odolnost oken. Správná montáž je klíčová pro zajištění odolnosti proti větru. Okna musí být pevně ukotvena a utěsněna, aby odolala větrnému zatížení.

Odolnost proti větru

Odolnost proti větru znamená schopnost okna odolávat tlaku a sání větru bez deformace nebo poškození. Tento parametr je klíčový zejména u budov vystavených častému nebo extrémnímu větru, jako jsou vyšší stavby nebo stavby v otevřených a přímořských oblastech.

1. Třídy odolnosti proti větru

Odolnost oken proti větru se testuje podle normy ČSN EN 12210, která klasifikuje okna do různých tříd podle schopnosti odolat tlakovým silám větru. Třídy jsou označeny od **A1** po **C5**, přičemž C5 představuje nejvyšší odolnost proti větru, která je vhodná například pro vysoké budovy ve větrných lokalitách. Tlaková odolnost, přičemž okna jsou testována na odolnost proti tlaku větru a klasifikována do tříd 1 až 5. Vyšší třída znamená lepší odolnost proti tlaku větru. Klasifikace A až C podle maximálního průhybu okna při zatížení větrem. Třída A znamená nejmenší průhyb a nejlepší odolnost.

- **Třída A1** – minimální odolnost, vhodná pro nízké budovy v klidných oblastech.
- **Třída C3** – střední odolnost, vhodná pro obytné budovy v oblastech s běžným větrem.
- **Třída C5** – vysoká odolnost, ideální pro výškové budovy a oblasti s extrémním větrem.

2. Výpočet tlaku větru

Při návrhu oken pro určité prostředí se bere v úvahu tlak větru, který působí na okno. Tento tlak se vypočítává podle vzorce:

$$p=0,5 \cdot \rho \cdot v^2 \quad (2.8.1)$$

kde p je tlak větru (Pa), ρ je hustota vzduchu (přibližně $1,225 \text{ kg/m}^3$) a v je rychlost větru (m/s). Například při rychlosti větru 40 m/s , což odpovídá přibližně 144 km/h (silná vichřice), by tlak na okno činil asi 980 Pa . Okna s třídou odolnosti C3 nebo C4 by měla být schopna odolat těmto podmínkám bez poškození.

3. Tvar a konstrukce rámu

Dřevěná okna mohou být upravena tak, aby zvyšovala jejich odolnost proti větru. Například se využívají zesílené rámy, které lépe odolávají tlakům, a to zejména v rozích, kde bývá namáhání největší. Rámy musí být také precizně usazené, aby se eliminovalo riziko deformací a průniku vzduchu pod tlakem větru.

4. Těsnění a vzduchotěsnost

Kromě konstrukční odolnosti proti větru je důležitá i vzduchotěsnost okna, která zabraňuje profukování. Speciální těsnicí systémy brání nežádoucímu proudění vzduchu a přispívají k odolnosti vůči náporu větru. Pro dosažení vysoké odolnosti proti větru je nezbytné, aby byly těsnicí prvky odolné proti deformacím a dlouhodobému opotřebení.

Příklad praktického testování

Při laboratorních zkouškách odolnosti oken proti větru se simuluje tlak větru odpovídající specifikovaným třídám. Okno se vystaví zvyšujícímu se tlaku a kontroluje se, zda nedojde k deformaci rámu, křídla nebo ke vzniku netěsností. U kvalitních dřevěných oken vyšší třídy může být zkouška úspěšně provedena při tlacích odpovídajících i extrémním větrným podmínkám, aniž by došlo k poškození nebo úniku vzduchu.

Mechanická odolnost a odolnost proti větru jsou zásadní vlastnosti, které určují životnost, bezpečnost a komfortnost oken. Dřevěná okna, pokud jsou kvalitně vyrobená a opatřena správnými těsnicími systémy, mohou dosahovat vysoké odolnosti vůči mechanickým vlivům i tlaku větru, což je činí vhodnými i pro náročné klimatické podmínky. Výběrem oken s odpovídající třídou odolnosti vůči větru a mechanickým vlivům mohou uživatelé zajistit dlouhodobou spolehlivost a bezpečnost okenní konstrukce.

2.9 TEPELNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI OKENNÍCH VÝPLNÍ

Tepeľnotechnické vlastnosti okenních výplní, tedy rámy, neprůhledné a průhledné výplně, hrají klíčovou roli v zajištění energetické účinnosti budov a komfortu jejich obyvatel. Je nutné, aby tyto výplně v prostorách s relativní vlhkostí vzduchu (φ_i) $\leq 50 \%$ měly na každém místě povrchovou teplotu ($\theta_{si,ok}$) v $^{\circ}\text{C}$, která je vyšší než teplota rosného bodu (θ_{dp}), což je kritický faktor pro zabránění kondenzace vodní páry.

Požadavky podle normy STN 73 0540-2+Z1+Z2

Podle normy STN 73 0540-2+Z1+Z2, která se zabývá tepelnými vlastnostmi okenních výplní, je stanoven následující vztah pro stanovení tepelného komfortu a zabránění kondenzace:

- $\theta_{si,ok,N}$ je požadovaná normalizovaná hodnota vnitřní povrchové teploty výplně otvoru, vyjádřená v $^{\circ}\text{C}$, která je určena pro určité klimatické podmínky a vnitřní teplotu.
- θ_{dp} je teplota rosného bodu, což je teplota, při které vzduch dosahuje nasycení vodní párou a kondenzuje se. Tato hodnota závisí na výpočtové teplotě vnitřního vzduchu (θ_{ai}) a relativní vlhkosti vzduchu (φ_i).
- $\theta_{si,ok}$ je skutečná vnitřní povrchová teplota výplně otvoru, která odpovídá výpočtové teplotě vnitřního vzduchu v oblasti výplně ($\theta_{ai,ok}$), a je určena na základě výpočtových tabulek normy.

Pokud je teplota povrchu nižší než teplota rosného bodu, může na něm kondenzovat vodní pára, což způsobí vznik vlhkosti. Tento jev může mít nežádoucí důsledky, například vznik plísní, které mohou negativně ovlivnit zdraví obyvatel budovy, nebo může dočasně zhoršit tepelnou izolaci okna.

Důležitost výběru materiálů pro rámy a distanční lišty

Aby se zajistilo, že povrchová teplota okna bude dostatečně vysoká, musí být pečlivě vybírány materiály, které tvoří okna, včetně rámu, zasklení a distančních lišt. Například:

1. **Materiály rámu** – rámy oken mohou být vyrobeny z různých materiálů, jako je hliník, plast, dřevo nebo jejich kombinace. U hliníkových rámu je třeba dbát na to, že tento materiál je dobrým vodičem tepla, což může vést k výrazným tepelným ztrátám a k nižší vnitřní povrchové teplotě skla, což může zvyšovat riziko kondenzace. Proto se doporučuje používat u oken s hliníkovými rámy speciální izolační vložky nebo použít jiný materiál, který má lepší tepelné izolační vlastnosti.
2. **Distanční lišty** – distanční lišty mezi skleněnými tabulemi hrají významnou roli v energetické účinnosti oken. Tradičně bývaly vyráběny z hliníku, což mělo za následek značné tepelné mosty. V současnosti se však doporučuje používat **distanční lišty z materiálů s nízkou tepelnou vodivostí**, jako je ušlechtilá ocel, plast nebo kompozitní materiály, které pomáhají minimalizovat tepelné ztráty a riziko kondenzace na oknech.
3. **Izolační vlastnosti skla** – pro zajištění optimální tepelné účinnosti okna se často používají **izolační dvojskla nebo trojskla** s nízkým koeficientem tepelného prostupu (U-hodnota), které výrazně snižují ztráty tepla. Moderní skla mají rovněž vylepšené vlastnosti pro minimalizaci kondenzace díky vrstvě selektivních povlaků, které odpuzují vlhkost a zvyšují teplotu povrchu skla.

Důsledky nesprávného výběru materiálů

Pokud jsou pro výrobu oken použity nevhodné materiály, které nevyhovují požadavkům normy STN 73 0540-2+Z1+Z2, může to vést k různým problémům:

- ✓ **Kondenzace vodní páry** – pokud teplota povrchu skla klesne pod teplotu rosného bodu, na skle může docházet k časté kondenzaci vody. To může vést k vlhkosti v interiéru, která podporuje růst plísní a bakterií, což negativně ovlivňuje kvalitu vzduchu a zdraví obyvatel.
- **Snížená účinnost energetického hospodářství** – pokud okna nezajišťují dostatečnou izolaci, dochází k vyšším tepelným ztrátám, což zvyšuje náklady na vytápění a klimatizaci budovy.
- **Poškození konstrukce** – dlouhodobá vlhkost může poškodit samotnou konstrukci oken a vnitřní parapety, což vede k jejich zhoršené funkčnosti a nutnosti častých oprav.

Prevence kondenzace a energetických ztrát

Aby se minimalizovalo riziko kondenzace na oknech a zároveň se dosáhlo co nejlepší tepelné účinnosti, je důležité nejen správně navrhnout okna a jejich komponenty, ale také pravidelně provádět údržbu a kontrolu jejich funkčnosti, přičemž se doporučuje:

1. Použití **distančních lišt** s nízkou tepelnou vodivostí.
2. Zvolit kvalitní **izolační skla**, která mají nízký koeficient prostupu tepla (U-hodnota).
3. Zajistit dobré **těsnění oken**, které zabraňuje průniku vlhkosti do konstrukce.
4. Výběr **rámu a materiálů**, které mají dobré tepelné izolační vlastnosti.

Tímto způsobem lze zajistit nejen energetickou účinnost budovy, ale i komfortní a zdravé prostředí pro její obyvatele.

Výpočtová teplota vnitřního vzduchu podél výplně otvoru ($\theta_{ai,ok}$) podle STN 73 0540-2+Z1+Z2

Podle normy STN 73 0540-2+Z1+Z2, která se zabývá tepelnotechnickými vlastnostmi oken a výplní otvorů, se výpočtová teplota vnitřního vzduchu podél výplně otvoru ($\theta_{ai,ok}$) používá k určení vnitřní povrchové teploty výplně oken. Tato teplota je určena na základě klimatických a provozních podmínek v budově.

Výpočtová teplota vnitřního vzduchu podél výplně otvoru $\theta_{ai,ok}$ je teplota vzduchu, která je závislá na výpočtové teplotě vnitřního vzduchu a specifických podmínkách v interiéru (například teplota místnosti a relativní vlhkost vzduchu). Tato teplota slouží k simulaci teplotního gradientu mezi vnitřním vzduchem a povrchem okna.

Jak se určuje výpočtová teplota vnitřního vzduchu podél výplně otvoru

Pro výpočtovou teplotu vnitřního vzduchu podél výplně otvoru se zohledňují následující faktory:

1. **Teplota vzduchu v místnosti (θ_{ai})** – jedná se o teplotu vzduchu v interiéru budovy, která je stanovena na základě podmínek vytápění nebo chlazení. Tento faktor ovlivňuje i teplotu, která bude na povrchu okna nebo výplně otvoru.
2. **Relativní vlhkost vzduchu (φ_i)** – relativní vlhkost vzduchu má významný vliv na výpočtovou teplotu vzduchu podél výplně otvoru. Vlhkost ovlivňuje teplotu rosného bodu, což může vést ke kondenzaci na oknech, pokud teplota okna klesne pod tuto hodnotu.
3. **Klimatické podmínky** – teplota a vlhkost vzduchu venku mají vliv na výpočet tepelného toku přes okna. Tento faktor pomáhá určit tepelný zisk nebo ztráty skrz okenní výplně a jejich vliv na vnitřní prostředí.
4. **Geometrie okna a rámu** – uspořádání oken a rámu také ovlivňuje výpočtovou teplotu, protože může způsobit tepelný most, což snižuje efektivitu tepelné izolace okna.

Výpočet a normy

Výpočtová teplota vnitřního vzduchu podél výplně otvoru $\theta_{ai,ok}$ je určena výpočtovými postupy podle normy STN 73 0540-2+Z1+Z2, která stanoví specifické hodnoty a vzorce pro určení požadavků na tepelné a vlhkostní podmínky v interiéru. Tyto hodnoty umožňují zjistit, kdy a kde může docházet ke kondenzaci na oknech a jak tomu předejít.

Je důležité, aby výpočty vycházely z normativních hodnot, které zohledňují:

- teplotu a vlhkost vzduchu v interiéru,
- teplotní gradienty mezi různými částmi okna,
- specifické materiály použité pro okna a rámy.

Parametr $\theta_{ai,ok}$, který se vztahoval k výpočtové teplotě vnitřního vzduchu podél výplně otvoru, byl v normě STN 73 0540-2+Z1+Z2 zrušen. Místo tohoto parametru norma stanoví jiné metody pro výpočet tepelného komfortu a podmínek pro prevenci kondenzace na oknech.

Nové postupy podle STN 73 0540-2+Z1+Z2:

V aktuálním znění normy STN 73 0540-2+Z1+Z2 se výpočty tepelného komfortu a podmínek pro kondenzaci zaměřují na konkrétní tepelné ztráty a podmínky vlhkosti, přičemž se používají jiné parametry, například:

1. **Teplota povrchu okna ($\theta_{si,ok}$)** – to je teplota vnitřního povrchu okna, která je kladně ovlivněná teplotou vnitřního vzduchu a materiálovými vlastnostmi okna.
2. **Teplota rosného bodu (θ_{dp})** – měří teplotu, při které vzduch dosahuje nasycení vodní párou a kondenzuje. V případě, že teplota vnitřního povrchu okna klesne pod tuto hodnotu, vzniká kondenzace.
3. **Tepelný odpor konstrukce** – to se používá pro určení schopnosti okna zabránit tepelným ztrátám a kondenzaci, což je zásadní pro správné navrhování oken v budovách.

Principy pro zajištění tepelného komfortu

Zajištění správného tepelného komfortu a prevence kondenzace v budovách je kladeno na správné nastavení tepelné izolace a výběr vhodných materiálů pro okna, včetně použití distančních rámu, které minimalizují tepelné mosty. Také je důležité věnovat pozornost správnému větrání a kontrole vlhkosti vzduchu v interiéru.

Podle STN 73 0540-2+Z1+Z2 se doporučuje, aby konstrukce oken splňovala minimální hodnoty pro tepelné ztráty a kondenzaci, což je zásadní pro efektivní energetickou bilanci budovy. Výpočty se nyní více zaměřují na parametr $\theta_{si,ok}$, tedy na teplotu vnitřního povrchu okna a prevenci vzniku kondenzace, než na parametr $\theta_{ai,ok}$, který byl v předchozí normě používán.

Výpočtová teplota vnitřního vzduchu podél výplně otvoru ($\theta_{ai,ok}$) je klíčovým parametrem při návrhu oken a dveří z hlediska jejich tepelnotechnických vlastností, především v souvislosti s prevencí kondenzace a minimalizací

tepelných ztrát v budovách. Udržování této teploty nad teplotou rosného bodu je zásadní pro zajištění zdravého a energeticky efektivního prostředí v interiéru.

Součinitel prostupu tepla vnějších otvorových konstrukcí podle normy STN 73 0540-2+Z1+Z2

Venkovní okna, dveře a světlíky v obytných a neobytných (veřejných) budovách musí mít určený součinitel prostupu tepla konstrukcí, který musí splňovat požadavky normy STN 73 0540-2+Z1+Z2. Tento součinitel prostupu tepla je důležitým parametrem, který určuje tepelně izolační schopnost vnějších otvorových konstrukcí, jako jsou okna a dveře, a hraje klíčovou roli při zajišťování energetické účinnosti budovy.

Hodnota součinitele prostupu tepla U_{ok} je výpočtová hodnota vyjádřená v jednotkách $W/(m^2 \cdot K)$. Tato hodnota může být buď naměřena, nebo vypočítána na základě naměřených hodnot tepelné propustnosti zasklení a rámu konstrukce podle příslušných norem, jako jsou STN 730540-3 a STN 730540-4. Dále je určena také normalizovaná hodnota $U_{ok,N}$, která se získá z tabulky pro konkrétní typ konstrukce a slouží k porovnání s požadavky normy.

Venkovní otvorové konstrukce, jako jsou okna, dveře a světlíky, musí mít hodnoty součinitele prostupu tepla, které jsou navrženy tak, aby splnily požadavky na potřebu tepla na vytápění objektu. V praxi to znamená, že konstrukce musí být dostatečně tepelně izolované, aby se minimalizovaly tepelné ztráty v zimě a zároveň umožnily efektivní využívání slunečního záření v létě, čímž se snižují náklady na vytápění.

Zohlednění požadavků na tepelnou izolaci a správné nastavení hodnot součinitele prostupu tepla je nezbytné při navrhování energeticky efektivních budov. Kromě samotného okna nebo dveří je důležité brát v úvahu i další faktory, jako je správné utěsnění konstrukce, použití kvalitních materiálů a vhodná instalace, které přispívají ke zlepšení celkového tepelného komfortu v budově. Tímto způsobem je možné nejen splnit požadavky na vytápění, ale také dosáhnout úspory energie a snížení ekologické stopy stavby.

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{ok,N}$ pro vnější otvorové konstrukce podle normy stanovují požadavky na tepelně izolační vlastnosti různých stavebních konstrukcí, jako jsou okna, dveře a světlíky, používané v obytných i neobytných budovách. Tato norma určuje maximální hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{ok,N}$, které musí být splněny, aby konstrukce vyhověly požadavkům na energetickou účinnost a tepelnou ochranu budovy.

Pro různé konstrukce (například okna, dveře, střešní okna, světlíky) norma stanovuje hodnoty $U_{ok,N}$ podle typu zasklení, rámu, použitých materiálů a konstrukčních detailů. Tyto hodnoty jsou obvykle uvedeny v tabulkách normy, které specifikují požadavky pro různé klimatické podmínky a účely využití objektu.

Typy konstrukcí a jejich normové hodnoty $U_{ok,N}$:

1. **Okna:** u oken je součinitel prostupu tepla $U_{ok,N}$ ovlivněn typem skla (jednoduché sklo, dvojité sklo, trojitě sklo) a rámem (plastový, hliníkový, dřevěný). Moderní izolační okna s dvojitým nebo trojitým zasklením mají obvykle hodnoty $U_{ok,N}$ nižší než $1,0 W/(m^2 \cdot K)$, což znamená lepší tepelnou izolaci.
2. **Dveře:** u dveří závisí součinitel prostupu tepla na materiálu rámu a výplně. Například plné dveře s tepelnou izolací mohou mít hodnoty $U_{ok,N}$ kolem $1,0 - 1,5 W/(m^2 \cdot K)$, zatímco skleněné dveře mohou mít hodnoty vyšší, v závislosti na použitém zasklení.
3. **Světlíky a střešní okna:** světlíky a střešní okna, která jsou vystavena přímému kontaktu s venkovním prostředím, také vyžadují hodnoty $U_{ok,N}$, které zajistí dostatečnou tepelnou izolaci, aby se minimalizovaly tepelné ztráty, přičemž hodnoty jsou obvykle nižší u skleněných světlíků.

Požadavky na tepelnou ochranu:

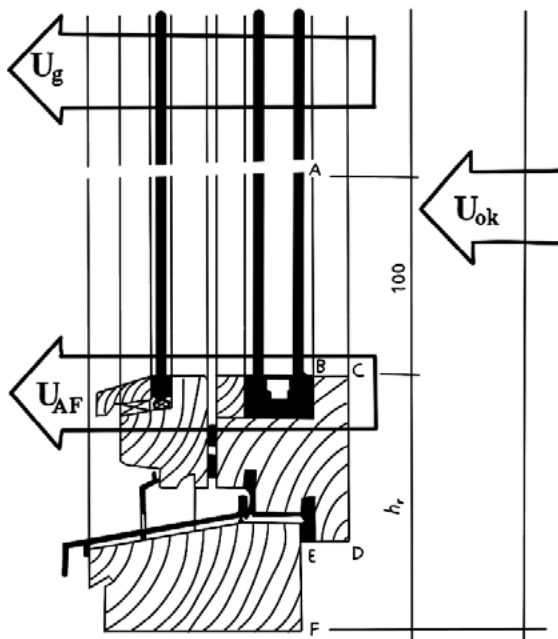
Hodnoty $U_{ok,N}$ (Obr. 2.9.1) pro různé typy konstrukcí jsou stanoveny tak, aby budova splnila požadavky na tepelný komfort jejich uživatelů a zároveň minimalizovala tepelné ztráty a spotřebu energie na vytápění. V závislosti na klimatických podmínkách, účelu budovy a požadavcích na úsporu energie může být pro každou konstrukci stanoven rozdílný součinitel prostupu tepla.

Příklad hodnot:

- Okna s dvojitým zasklením: hodnoty $U_{ok,N}$ se mohou pohybovat kolem 1,1–1,3 W/(m²·K).
- Okna s trojitým zasklením: hodnoty $U_{ok,N}$ obvykle klesají na 0,7–0,9 W/(m²·K).
- Dveře s tepelnou izolací: hodnoty $U_{ok,N}$ mohou být kolem 1,0–1,5 W/(m²·K).

Správný výběr a návrh oken, dveří a světlíků je klíčový pro zajištění energetické účinnosti budovy a komfortu jejích obyvatel. Normy pro součinitel prostupu tepla jsou stanoveny tak, aby byla zajištěna potřebná tepelná ochrana a minimalizovány tepelné ztráty.

Pro přesné hodnoty a podrobnosti je vždy nutné se obrátit na konkrétní tabulky uvedené v normě, která poskytuje podrobný přehled o požadavcích na tepelnou izolaci pro různé konstrukční materiály a typy zasklení.



Obr. 2.9.1 Schéma pro určení součinitele přestupu tepla okenní konstrukce

Hodnoty Ψ_g pro hliníkové distanční profily podle normy ČSN EN ISO 10077-1 se vztahují na tepelné mosty v oblasti okenních konstrukcí. Distanční profily jsou součástí izolačního rámu okna, který drží skleněné tabule ve správné vzdálenosti. Ψ_g je součinitel prostupu tepla, který vyjadřuje tepelné ztráty skrze tento distanční profil, a je důležitý pro určení celkové energetické účinnosti okna.

Popis hodnot Ψ_g :

- Ψ_g je vyjádřen v jednotkách W/(m·K) a označuje, jaký je tepelný odpor materiálu distančního profilu mezi vnitřním a vnějším prostorem okna. Tento faktor je klíčový pro určení, jak dobře distanční profil izoluje a jaký má vliv na celkovou energetickou bilanci okna.
- v případě hliníkových distančních profilů, které jsou běžně používány v oknech s dvojitým nebo trojitým zasklením, je Ψ_g obvykle vyšší než u distančních profilů vyrobených z materiálů s nižší tepelnou vodivostí, jako jsou plastové profily. To znamená, že hliníkové profily mohou vést k vyšším tepelným ztrátám.
- norma ČSN EN ISO 10077-1 poskytuje specifikace pro výpočet hodnoty Ψ_g pro různé typy distančních profilů, které se používají v oknech. Tyto hodnoty závisí na konkrétním materiálu distančního profilu, jeho geometrických vlastnostech a dalších konstrukčních parametrech.

Hodnoty Ψ_g pro hliníkové distanční profily

Pro hliníkové distanční profily se obvykle uvádí hodnota Ψ_g v rozmezí od 0,04 W/(m·K) do 0,07 W/(m·K), v závislosti na typu hliníku a tloušťce použitého materiálu. Hodnota Ψ_g pro hliníkové profily bývá vyšší ve srovnání s hodnotami pro plastové distanční profily, které mají hodnoty kolem 0,02 W/(m·K) nebo nižší. Vyšší hodnota Ψ_g znamená, že hliníkový distanční profil má vyšší tepelnou vodivost a může přispět k větším tepelným ztrátám přes okno. To může mít vliv na energetickou náročnost budovy, protože tepelné mosty (například právě v oblasti distančních profilů) mohou způsobit zvýšené náklady na vytápění a klimatizaci. Proto je důležité správně vybrat materiály distančních profilů a v případě potřeby zvážit použití termoplastických distančních profilů s nižší tepelnou vodivostí, které pomohou snížit tepelné ztráty a zvýšit celkovou energetickou účinnost oken.

Pokud je potřeba optimalizovat energetickou účinnost budovy, je vhodné zahrnout i hodnoty Ψ_g distančních profilů do celkového hodnocení tepelného chování okenních konstrukcí, což vede k lepšímu návrhu a výběru materiálů pro konkrétní aplikace.

2.10 ENERGETICKÁ BILANCE OKNA

Energetická bilance okna vyjadřuje celkovou výměnu energie mezi interiérem a exteriérem prostřednictvím okna. Tato bilance je klíčová pro hodnocení energetické účinnosti budovy a pro zajištění tepelně komfortního a ekonomicky výhodného provozu.

Hlavní složky energetické bilance okna

1. Tepelné ztráty (transmisí)

- Tepelná energie unikající z interiéru přes okenní konstrukci do exteriéru.
- Hlavním ukazatelem je **součinitel prostupu tepla U (W/m².K)**. Čím nižší hodnota U, tím menší ztráty.
- Zahrnuje ztráty přes:
 - ✓ **Rámy oken** (obvykle méně izolované).
 - ✓ **Zasklení** (dvojskla, trojskla).
 - ✓ **Spoje** mezi rámem a zasklením.

2. Zisky ze slunečního záření

- Solární energie, která proniká přes zasklení do interiéru a přispívá k vytápění prostoru.
- Měřítkem je **celková energetická propustnost zasklení g (tzv. solární faktor)**.
 - ✓ Vyšší hodnota g znamená více slunečních zisků, což je výhodné v zimě, ale může vést k přehřívání v létě.

3. Průvzdušnost (infiltrace vzduchu)

- Množství vzduchu pronikajícího netěsnostmi v konstrukci okna.
- Udává se jako **třída průvzdušnosti**. Kvalitní okna mají minimální průvzdušnost, což omezuje tepelné ztráty.

4. Vliv stínících prvků

- Rolety, žaluzie nebo závěsy ovlivňují propustnost slunečního záření a ztráty tepla.

Faktory ovlivňující energetickou bilanci oken

1. Konstrukce oken

- Typ zasklení (dvojskla, trojskla).
- Rám (dřevo, plast, hliník s přerušeným tepelným mostem).

2. Orientace okna

- **Jižní okna** maximalizují solární zisky, což je výhodné v zimě.
- **Severní okna** mají nižší zisky, proto je důležitá nízká hodnota U.

3. Podnebí a okolní podmínky

- Klimatické podmínky určují požadavky na izolaci a propustnost okna.

4. Využití stínící techniky

- Regulace solárních zisků v létě.

Hodnocení energetické bilance

Energetická bilance oken se obvykle vyjadřuje ve formě vzorce:

$$E = (\text{zisky ze slunce}) - (\text{tepelné ztráty}) \quad (2.10.1)$$

- **Pozitivní bilance:** okno přináší více energie, než kolik ztrácí (obvykle u kvalitních jižních oken).
- **Negativní bilance:** ztráty převažují nad zisky, což je běžné u starších oken nebo při nevhodné orientaci.

Požadavky na energetickou bilanci oken v praxi:

- Minimalizace tepelné ztráty při zachování dostatečných solárních zisků.
- Využití pokročilých technologií, jako jsou pokovené vrstvy na skle, plynem plněná izolační skla (argon, krypton) nebo tepelné přerušení v rámech.
- Splnění požadavků na hodnoty U a g dle norem (např. ČSN 73 0540-2).

Energetická bilance okna hraje zásadní roli v celkové energetické náročnosti budovy, a proto je pečlivé zvolení parametrů oken klíčové při návrhu nebo rekonstrukci staveb.

Pro výpočty energetické bilance oken se využívají základní fyzikální vzorce pro **tepelné ztráty, solární zisky** a průvzdušnost. Níže jsou uvedeny hlavní výpočty:

1. Tepelné ztráty oknem (Q_{ztr})

Tepelné ztráty oknem přenosem tepla se počítají podle vztahu:

$$Q_{ztr} = U \cdot A \cdot (t_i - t_e) \cdot t \quad (2.10.2)$$

kde: Q_{ztr} – tepelné ztráty (W)

U – součinitel prostupu tepla oknem ($W/m^2.K$)

A – plocha okna (m^2)

t_i – teplota v interiéru ($^{\circ}C$)

t_e – teplota v exteriéru ($^{\circ}C$)

t – doba, po kterou ztráty probíhají (h)

2. Solární zisky oknem (Q_{zisk})

Solární zisky se vypočítají pomocí solárního faktoru ggg:

$$Q_{\text{zisk}} = g \cdot I \cdot A \cdot t \quad (2.10.3)$$

kde: Q_{zisk} – solární zisky (W)

g – celková energetická propustnost zasklení (-)

I – intenzita solárního záření dopadající na okno (W/m^2)

A – plocha zasklení (m^2)

t – doba slunečního svitu (h)

3. Průvzdušnost (Q_i)

Vzduch procházející netěsnostmi okna způsobuje další ztráty, které lze spočítat:

$$Q_i = \Delta p^n \cdot A_f \quad (2.10.4)$$

kde: Q_i – objem vzduchu pronikající netěsnostmi (m^3/h)

Δp – tlakový rozdíl mezi interiérem a exteriérem (Pa)

n – exponent závislý na charakteru netěsností (obvykle 0,67)

A_f – efektivní plocha netěsností okna (m^2)

Průvzdušnost oken bývá standardizována ve třídách podle normy ČSN EN 12207.

4. Energetická bilance okna (Q_{celk})

Celková energetická bilance okna zahrnuje rozdíl mezi zisky a ztrátami (2.10.1):

$$Q_{\text{celk}} = Q_{\text{zisk}} - Q_{\text{ztr}}$$

- **Pozitivní bilance:** zisky převažují, okno přispívá k vytápění prostoru.
- **Negativní bilance:** ztráty převažují, okno ochlazuje interiér.

Příklad výpočtu energetické bilance okna

- Okno s plochou $A = 2\text{m}^2$, $U = 1,1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, $g = 0,6$
- Intenzita slunečního záření $I = 200\text{W}/\text{m}^2$
- Venkovní teplota $t_e = -5^\circ\text{C}$, vnitřní teplota $t_i = 20^\circ\text{C}$
- Doba sledování $t = 8\text{h}$

Tepelné ztráty

$$Q_{\text{ztr}} = 1,1 \cdot 2 \cdot (20 - (-5)) \cdot 8 = 440 \text{ W}$$

Solární zisky

$$Q_{\text{zisk}} = 0,6 \cdot 200 \cdot 2 \cdot 8 = 1920 \text{ W}$$

Energetická bilance

$$Q_{\text{celk}} = 1920 - 440 = 1480 \text{ W}$$

Normové hodnoty

- U běžných oken dle ČSN 73 0540-2 by měl součinitel prostupu tepla být $U \leq 1,2\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.
- Doporučená hodnota celkové propustnosti $g \approx 0,5 - 0,65$ pro optimalizaci zisků a prevence přehřívání.

3 KONSTRUKČNÍ TVORBA OKEN NA BÁZI DŘEVA

Zabývá se navrhováním a výrobou okenních ráků, křidel a dalších částí oken, které jsou vyrobeny převážně z dřeva jako hlavního materiálu. Dřevo je tradičním a přírodním materiálem, který je díky svým vlastnostem stále populární pro výrobu oken, přičemž zajišťuje jak estetickou hodnotu, tak dobré izolační vlastnosti. Tento typ konstrukce je obvykle součástí pasivních domů nebo budov zaměřených na udržitelnost a energetickou efektivitu.

Starší a moderní konstrukční tvorba oken na bázi dřeva se od sebe značně liší, přičemž každé období mělo své specifické technologické postupy, materiály a požadavky na energetickou účinnost a estetiku.

3.1 STARŠÍ KONSTRUKČNÍ TVORBA DŘEVĚNÝCH OKEN

V minulosti byla výroba dřevěných oken mnohem jednodušší a více závislá na ruční práci. V průběhu historie, od středověku až po 19. století, se okna vyráběla především z masivního dřeva, bez moderního vybavení a technologií. Okna měla často dřevěné rámy s ručně řezanými detaily a skleněnými tabulkami. Starší konstrukce dřevěných oken mají několik charakteristických rysů, které ovlivňovaly jejich funkčnost, životnost a energetické vlastnosti. Tyto vlastnosti lze shrnout následovně:

1. Materiál a zpracování

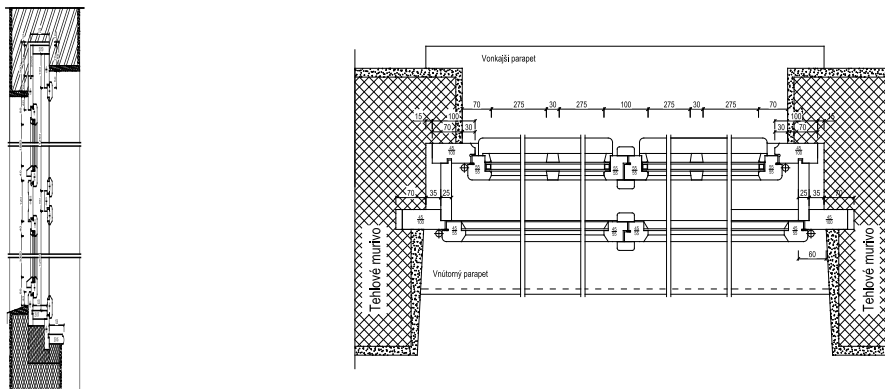
- Rámy a křídla oken byly vyráběny z masivního dřeva, často s různými vadami, jako jsou suky, trhliny nebo vnitřní napětí, což směřovalo k tvarové nestálosti a častým deformacím během používání. V minulosti se používaly především místní druhy dřeva, jako borovice, dub nebo smrk. Dřevo nebylo tak speciálně ošetřováno proti vlhkosti nebo škůdcům, což vedlo k většímu opotřebení a nižší životnosti.
- Konstrukce byla často jednoduchá, se základními metodami připojení rámu a křidel. Sklo se často ukládalo do drážky rámu, přičemž se používaly olovené pásky nebo dřevěné lišty k upevnění skel.
- Klasické spoje vlysů byly zajištěny čepováním, které bylo mechanicky fixováno pomocí kolíků, hřebíků nebo šroubů. Spoje dělicích příček oken byla často dodatečně zpevněna křížovým kováním upevněným hřebíky či šrouby.
- Nejčastějším typem profilování ráků byla jednoduchá nebo dvojitá polodrážka.
- Používala se jednoduchá skla, případně dvojitá (1+1) nebo trojitá (1+1+1) skla. Zasklení bylo upevněno lištami, hřebíky a sklenářským nepružným tmelem. Hodnota součinitele prostupu tepla (U_g) těchto skel se pohybovala v rozmezí 2,9–1,8 W/(m²·K).
- Nejčastěji používané kování byly válečkové závěsy s krycím plechem nebo zapuštěné závěsy. Uzavírací mechanismy měly různé formy, např. západky, otočné uzávěry, jazýčky, sklápěcí mechanismy nebo rozvorové uzávěry. Nedostatečný přítlak křídla k rámu byl častým problémem.
- Okna byla upevněna mechanicky nebo pevně, případně dilatačně. Štěrbiny mezi oknem a stěnou byly utěsněny maltou či omítkou s příměsí hoblin nebo pilin. Připojovací spára byla často překryta lištami nebo omítkou. Tato řešení umožňovala průchod vzduchu a par, což vedlo ke zhoršení energetické efektivity.

2. Izolace

- V té době nebyla kladena velká pozornost na energetickou efektivitu. Okna měla spíše dekorativní funkci a tepelná izolace byla omezená. Rámy a křídla zpravidla nebyla těsněna. Později se začaly používat jednoduché kovové těsnící prvky nebo gumová těsnění.
- Většina oken byla jednoduchá (jednoduché sklo), což vedlo k vyšším tepelným ztrátám a nižší zvukové izolaci. Zasklívací polodrážky byly orientovány směrem ven, přičemž se používaly dlouhé okapníky, často dřevěné nebo plechové, k odvádění vody.
- Spodní vlysy okenních ráků obvykle postrádaly odvodňovací drážky či otvory. Chyběla také úprava pro napojení na parapetní desky, což vedlo k nesprávnému spojení „na tupo“, které často propouštělo vodu.

3. Údržba a životnost

- Údržba byla závislá na pravidelných nátěrech a opravách, aby se zachovala funkčnost oken. Bez pravidelné údržby bylo dřevo náchylné k hnilobě a poškození vlhkostí.
- Okna bývala velmi těžká a robustní, ale kvůli nízké kvalitě povrchových úprav a ochraně před vlhkostí byla jejich životnost omezená. Nejčastěji se používaly pigmentové (neprůhledné) nátěry v 2–3 vrstvách. Tyto nátěry byly paronepropustné a z exteriéru se rychle poškozovaly vlivem povětrnostních podmínek.



Obr. 3.1.1 Dřevěné dvojité okno starší konstrukce (renovované) – okno SLDK Zvolen

Historická konstrukce oken odrážela technologické možnosti dané doby, jak prezentuje například Obr. 3.1.1. Tyto konstrukce často trpěly nízkou tepelnou izolací, špatnou těsností a omezenou ochranou proti vlivům počasí. Zároveň však měly některé výhody jako snadná opravitelnost, použití přírodních materiálů a dlouhá životnost při správné údržbě.

Funkční kvalita – nedostatky při užívání

Starší konstrukce oken měla řadu funkčních nedostatků, které výrazně ovlivňovaly uživatelský komfort a kvalitu bydlení. Tyto problémy se projevily především v oblasti tepelné izolace, těsnosti, ochrany proti vlhkosti a bezpečnosti. Následující přehled ukazuje hlavní problémy spojené s jejich užíváním a jejich dopady.

1. Nadměrná průvzdušnost a tepelné ztráty:

Hlavní příčiny:

- Chybějící těsnění mezi křídly a rámy oken.
- Nedostatečná těsnost detailů zasklení a napojení oken na stavební otvor. Nadměrné tepelné ztráty způsobené prostupem tepla – používala se pouze jednoduchá zasklení s jedním sklem nebo s kombinací 1+1 sklo.
- Tvarová nestálost rámu a křidel, která vedla k nedoléhání křidel na rámy.
- Jednoduché kování, které nezajišťovalo rovnoměrný přítlak křidel na rámy.

Důsledek:

- Výrazné tepelné ztráty vedly k nižší energetické účinnosti budov.
- Poměrně častá a rozsáhlá kondenzace vodní páry na jednoduchých sklech – snižování životnosti povrchových úprav, způsobování tvarové nestability křídla a rámu a jejich špatného dosedání, vytváření vlhkostních podmínek pro vznik plísní.
- Zvýšené náklady na vytápění.

2. Zatékání dešťové vody do interiéru:

Hlavní příčiny:

- Špatně těsněné spoje mezi rámy a křídly.
- Chybné nebo neexistující odvodňovací systémy.

Důsledky:

- Vlhnutí ostění a zdiva, následné poškození omítky a vznik plísní.
- Poškození podlah vlivem stékající vody.
- Biodegradace dřevěných prvků oken, což zkracovalo jejich životnost.

3. Netěsnost detailů zasklení a osazení:

Hlavní příčiny:

- Absence moderních izolačních prvků v zasklení.
- Nedostatečné provedení detailů při montáži oken.

Důsledky:

- Opakované vlhnutí dřeva vedlo k jeho degradaci.
- Vznik prasklin a dalších mechanických poškození.

4. Nedostatečná zvuková izolace:

Hlavní příčiny:

- Jednoduché zasklení bez zvukově izolačních vlastností.
- Netěsnosti v konstrukci oken.

Důsledky:

- Pronikání venkovního hluku do interiéru, což snižovalo akustický komfort obytného prostředí.

5. Rychlé porušení povrchové úpravy:

Hlavní příčiny:

- Použití dřeva s vadami, jako jsou suky nebo praskliny.
- Nevhodné povrchové úpravy, které nebyly dostatečně pružné a odolné vůči povětrnostním vlivům.
- Paronepropustné nátěry, které zvyšovaly riziko odlupování a poškození.

Důsledky:

- Krátká životnost povrchové úpravy.
- Zvýšené náklady na údržbu a renovaci oken.

6. Nízká bezpečnost proti vloupání:

Hlavní příčiny:

- Jednoduché uzavírací mechanismy, které nekladly velký odpor vůči vniknutí zvenčí.
- Konstrukce, která neodpovídala dnešním požadavkům na bezpečnost.

Důsledky:

- Zvýšené riziko vloupání a poškození majetku.

Výše zmíněné nedostatky ukazují, že starší okna nemohla splňovat moderní požadavky na komfort, bezpečnost a energetickou účinnost. Modernizace těchto oken, zahrnující zlepšení těsnosti, použití vícevrstvého zasklení a moderních těsnících materiálů, je klíčem ke zvýšení jejich funkčnosti. Současně by měla být pozornost věnována i ekologickým aspektům renovace, jako je prodloužení životnosti oken a snížení produkce odpadu.

V dnešní době slouží tato starší okna jako inspirace pro restaurování historických budov, kde je klíčové zachovat autentický vzhled a zároveň zlepšit jejich technické parametry, zejména tepelně technické a zvukově izolační vlastnosti. Modernizace těchto oken obvykle zahrnuje použití izolačních skel, kvalitních těsnících prvků a ekologických povrchových úprav.

3.2 MODERNÍ KONSTRUKČNÍ TVORBA DŘEVĚNÝCH OKEN

V moderní konstrukční tvorbě dřevěných oken se klade důraz na energetickou účinnost, dlouhou životnost, ekologickou udržitelnost a nižší náklady na údržbu. V současnosti je výroba dřevěných oken podporována pokročilými technologiemi, materiály a metodami, které zvyšují jejich výkon a estetickou hodnotu. Principy této konstrukce lze shrnout následovně:

1. Materiály a zpracování

- **Lepení a vrstvení dřeva:** moderní okna jsou vyráběna z kvalitnějších materiálů, jako je vrstvené dřevo nebo lepené profily. Tato metoda zajišťuje vyšší pevnost, stabilitu a odolnost proti deformacím. Vrstvené dřevo se skládá z několika vrstev dřeva, které jsou lepeny pod tlakem, čímž se výrazně zvyšuje odolnost proti změnám vlhkosti a teploty. Vícevrstvé lepené lamelové dřevo (eurohranoly) nebo sendvičové vlysy na bázi dřeva, které zajišťují:
 - ✓ Vysokou tvarovou stálost rámu a křidel.
 - ✓ Odolnost vůči vlhkosti a mechanickému namáhání.
- **Úpravy a impregnace:** moderní dřevěná okna jsou ošetřena pokročilými impregnacemi a nátěry, které chrání dřevo proti vlhkosti, UV záření a škůdcům. Používají se ekologické laky a přírodní oleje, které zároveň zachovávají přirozený vzhled dřeva.
- **Profil vlysů rámu a křidel:** standardní provedení zahrnuje dvě polodrážky a drážku pro osazení celoobvodového kování. Konstrukce je navržena s ohledem na přesné osazení a těsnění.
- **Rohové spoje vlysů:** dvojité čep, spoje na pokos či na tupo s použitím kolíků. Lepení odolným lepidlem (D4) bez dalších mechanických pojistek, což zajišťuje pevnost a stabilitu spojů.
- **Kování:** celoobvodové kování s 3D závěsy umožňuje:
 - ✓ Přesné nastavení přitlaku křídla na rám.
 - ✓ Mikrovětrání a další polohování křídla pro lepší komfort užívání.
- **Osazení je řešeno ve třech zónách:**
 - ✓ Vnější zóna: paropropustná a vzduchotěsná, zajišťující odolnost vůči povětrnostním podmínkám.
 - ✓ Středová zóna: dilatační kotvení a izolační materiál pro tepelnou ochranu.
 - ✓ Vnitřní zóna: paronepropustná, zabraňující průniku vlhkosti do stavební konstrukce.

2. Izolace, zasklívání

- **Dvojitě a trojitě sklo:** moderní dřevěná okna často používají izolační sklo (dvojsklo nebo trojsklo) s nízkým součinitelem tepelného prostupu (U-hodnota). Tento typ skla výrazně zlepšuje tepelnou izolaci, což je klíčové pro energetickou efektivitu budovy.
- **Zasklívací polodrážka:** směřuje do interiéru, což umožňuje snadnější instalaci a údržbu. Krátké hliníkové odkapnice na křídlech odvádějí vodu a chrání konstrukci.

- **Těsnění mezi křídlem a rámem:** standardně se používají dva až tři silikonové těsnicí profily, které poskytují:
 - ✓ Výbornou ochranu proti průvanu, vodě i hluku.
 - ✓ Dlouhou životnost a stabilní vlastnosti i při proměnlivých teplotách.
- **Zasklení:** moderní okna jsou vybavena izolačními dvojskly nebo trojskly s hodnotami U_g mezi 1,0 a 0,5 W/(m²·K), což významně snižuje tepelné ztráty.

Detail zasklení:

- ✓ Zasklení je odvodušněné, lišty jsou utěsněny proti průniku vodní páry.
- ✓ Použití silikonových tmelů z obou stran zasklení zvyšuje ochranu proti vlhkosti.
- **Těsnění:** součástí moderní konstrukce je použití vysoce kvalitního těsnění mezi sklem a rámem, které zajišťuje lepší ochranu proti únikům tepla a vzduchu.

3. Konstrukce a design

- **Vylepšená konstrukce rámu:** moderní okna mají lehčí, ale pevnější rámy, které jsou navrženy tak, aby co nejvíce snižovaly tepelné ztráty. Rámy mohou být vyrobeny z kombinace materiálů, například dřevo-hliník, což zajišťuje lepší stabilitu a trvanlivost.
- **Spodní vlysy rámu:** obsahují odvodňovací drážky a otvory pro odvod vody. V konstrukci je zajištěna dekompresní dutina se středovým těsněním, která zamezuje pronikání vlhkosti. Polodrážky pro správné napojení parapetů zaručují těsnost a estetiku napojení.
- **Design a estetika:** v dnešní době je možné najít dřevěná okna ve velké škále stylů, tvarů a barev, které odpovídají moderním trendům i tradičním vzhledům. Technologický pokrok umožňuje vytvoření oken s velmi úzkými rámy, což zlepšuje světelný komfort v místnosti.

4. Údržba a životnost

- Moderní dřevěná okna vyžadují mnohem méně údržby než jejich starší protějšky díky kvalitním povrchovým úpravám. Dřevo je chráněno proti vnějším vlivům a okna mají dlouhou životnost.
- Údržba se omezuje pouze na pravidelný vizuální přezkum a občasné nátěry, čímž se prodlužuje životnost oken a zachovává se jejich funkčnost a estetika. Transparentní hrubovrstvé lazury, které jsou pružné, paropropustné a UV stabilizované. Povrchy s vysokou životností, odolné vůči povětrnostním vlivům.

5. Ekologické a energetické požadavky

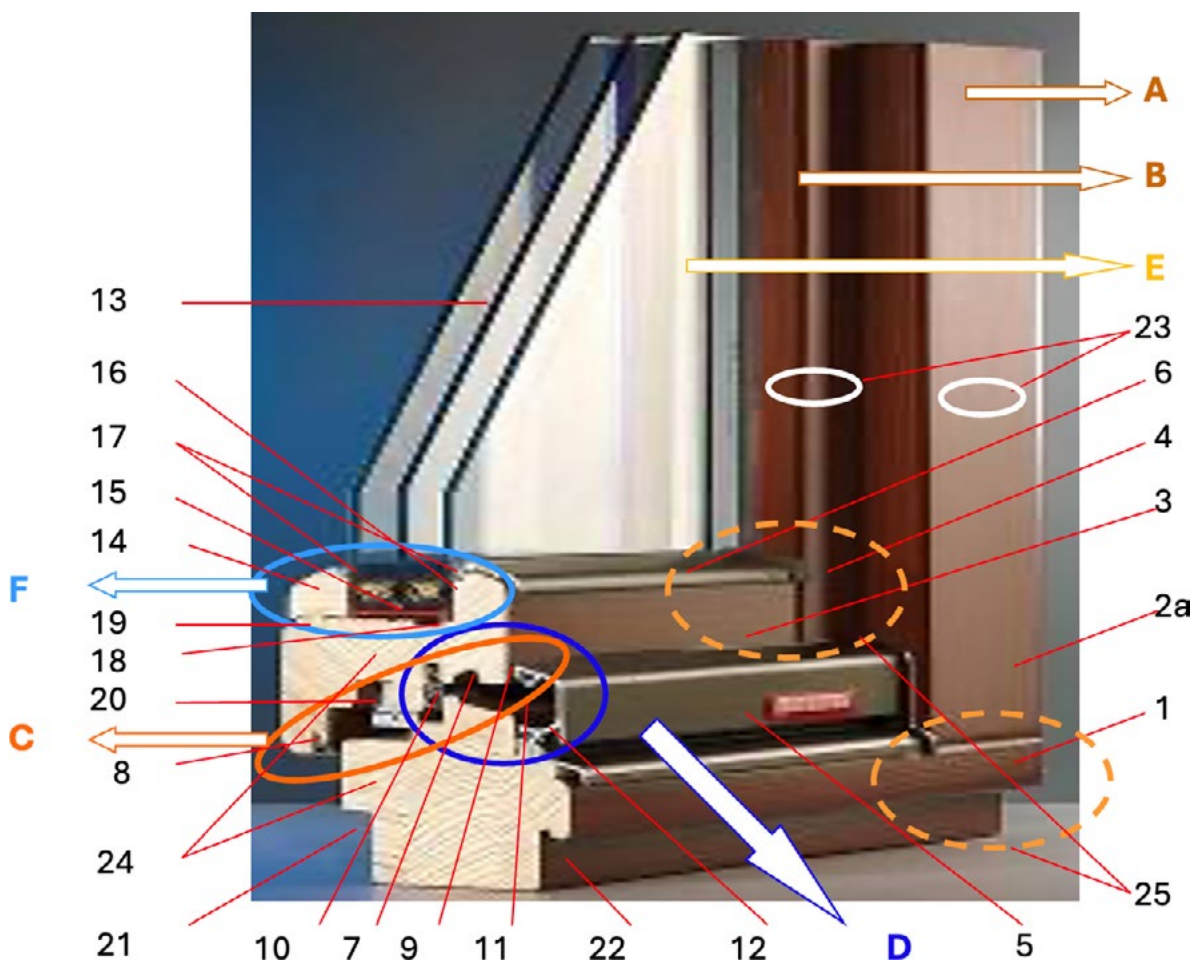
- Moderní dřevěná okna splňují náročné energetické normy. Tato okna mají velmi nízké hodnoty U-hodnoty a přispívají tak k nízké spotřebě energie na vytápění budovy. Také jsou považována za ekologické, protože dřevo je obnovitelný a biologicky odbouratelný materiál.
- V mnoha případech se dřevěná okna kombinují s recyklovatelnými materiály a energeticky efektivními technologiemi, což podporuje udržitelnost a ochranu životního prostředí.

Výhody moderní konstrukce dřevěných oken

Moderní dřevěná okna nabízejí nejen estetiku přírodního materiálu, ale i vysokou funkčnost.

- **Energetická účinnost:** izolační vlastnosti významně přispívají ke snižování nákladů na vytápění.
- **Komfort:** lepší akustická a tepelná izolace zvyšují kvalitu bydlení.
- **Ekologie:** použití obnovitelných materiálů a dlouhá životnost oken jsou šetrné k životnímu prostředí.
- **Variabilita:** široké možnosti povrchových úprav a designových provedení umožňují přizpůsobení architektonickému stylu budov.

Moderní konstrukce dřevěných oken (Obr. 3.2.1) tak představuje spojení tradičního materiálu s technologiemi, které splňují současné standardy a požadavky na kvalitu, estetiku a udržitelnost.



Obr. 3.2.1 Základní prvky, terminologie a princip moderní konstrukce dřevěného jednoduchého okna

A) Okenní rám

Spodní vlys okenního rámu: spodní horizontální část rámu zajišťující pevnost a možnost odvodnění. Boční vlysy okenního rámu: svislé části rámu, které nesou hlavní zátěž okenního křídla. 2b. Horní vlys okenního rámu: horní horizontální část (není na schématu).

B) Okenní křídlo

Spodní vlys okenního křídla: spodní horizontální část křídla. Boční vlysy okenního křídla: svislé části, které umožňují upevnění skla a kování. 4b. Horní vlys okenního křídla: horní horizontální část (není na schématu).

C) Spojení křídla a rámu

Tato část ovlivňuje parametry jako vodotěsnost, vzduchotěsnost a akustickou izolaci: 5. Hliníková odkapnice na rámu: chrání spodní část rámu před vodou. 6. Hliníková odkapnice na křídle: chrání křídlo a odvádí vodu mimo konstrukci. 7. Odkapová drážka (5 × 8 mm): drážka pro odvod vody. 8. Vnitřní dorazové těsnění: silikonový profil, který zajišťuje vzduchotěsnost (ochrana proti větru). 9. Vnější dorazové těsnění: silikonový profil chránící proti vnikání dešťové vody.

D) Vzduchová – dekompresní dutina

Tento prostor zajišťuje odvětrávání a odvod vlhkosti z konstrukce: 10. Středové těsnění: silikonový profil uzavírající dekompresní dutinu. 11. Odvodňovací drážka: zajišťuje odtok vody mimo konstrukci. 12. Odvodňovací otvory v odkapnici (5 × 30 mm): přímý odvod vody.

E, F) Zasklení a detaily zasklení

Zasklení je klíčové pro tepelnou a zvukovou izolaci: 13. Izolační sklo: obvykle trojsklo (např. 4/12/4/12/4, celková tloušťka 36 mm). 14. Zasklívací lišta polodrážková (22 × 22 mm): fixuje sklo v rámu. 15. Nosná podložka pod sklo: plastová podložka (3 × 34 mm) pro rovnoměrné rozložení váhy skla. 16. Pružná podložka zasklení: pěnová podložka (2 × 8 mm) pro ochranu proti nárazům a roztažnosti. 17. Těsnění silikonovým tmelem (5 × 5 mm): ochrana proti vodě. 18. Drážka pod zasklením: ovětrání a odvod vlhkosti (2 × 8 mm). 19. Drážka pod lištou (4 × 4 mm): zajištění proti pronikání vodní páry z interiéru.

Ostatní části

Tyto prvky ovlivňují funkčnost, estetiku a trvanlivost: 20. Eurodrážka pro celoobvodové kování: drážka umožňující pevné a nastavitelné uchycení okenního kování. 21. Polodrážka pro vnitřní parapet (10 × 30 mm): přesné napojení parapetu. 22. Polodrážka s drážkou na vnější parapet (10 × 25 mm): zajištění vodotěsnosti napojení parapetu. 23. Povrchová úprava: transparentní, silnovrstvá lazura (80–100 µm) chrání dřevo. 24. Lepené dřevo (eurohranol 78/82 mm): stabilní konstrukční materiál. 25. Spoj vlysů: Nejčastěji dvojité čep, případně jiné spojovací techniky.

Tento princip moderní konstrukce zajišťuje, že okna jsou tvarově stabilní, energeticky efektivní, snadno udržovatelná a esteticky přizpůsobitelná různým požadavkům.

Shrnutí rozdílů mezi starší a moderní konstrukcí

- Materiály a technologie: moderní technologie výroby, jako je vrstvení dřeva a použití pokročilých povrchových úprav, zajišťují lepší stabilitu a odolnost dřevěných oken. Starší okna byla vyráběna pouze z masivního dřeva bez možnosti zlepšení jeho vlastností.
- Izolace: moderní okna mají lepší izolační vlastnosti díky použití dvojskel a trojskel a kvalitního těsnění, což snižuje tepelné ztráty a zvyšuje energetickou účinnost. V minulosti byla okna s jedním sklem, což vedlo k větším teplotním ztrátám.
- Údržba a životnost: moderní okna vyžadují méně údržby, mají dlouhou životnost a jsou chráněná před povětrnostními vlivy. Starší okna byla náchylnější k poškození a hnilobě.
- Ekologie a energie: dřevěná okna dnes splňují vysoké ekologické a energetické standardy, což je činí vhodná pro moderní energeticky úsporné stavby, na rozdíl od starších modelů, které neměly takovou účinnost.

S technologickým pokrokem se konstrukce dřevěných oken vyvinula z jednoduchých, jednovrstvých rámců na sofistikovanou, energeticky efektivní okna, která přinášejí lepší komfort a nižší provozní náklady pro uživatele.

3.3 DŘEVĚNÁ OKNA JEDNODUCHÁ – PŘÍKLADY VÝROBCŮ ZE SLOVENSKA A ČESKÉ REPUBLIKY

Dřevěná jednoduchá okna jsou tradiční a ekologický produkt, který nabízí vysokou estetickou hodnotu a funkčnost. V Slovenské a České republice existuje mnoho výrobců, kteří se specializují na výrobu oken z různých druhů dřeva, jako jsou smrk, borovice, dub nebo modřín. Tyto produkty jsou navrženy s ohledem na moderní požadavky na tepelné technické vlastnosti, životnost, bezpečnost a design.

3.3.1 Příklady slovenských výrobců oken

Slovenské firmy vyrábějící okna kombinují tradiční řemeslné zpracování s moderními technologiemi, aby splnily jak estetické, tak funkční požadavky současné architektury. Výrobci se specializují na dřevěná okna, často v kombinaci s jinými materiály, jako je hliník, aby dosáhli vyšší odolnosti a dlouhé životnosti.

Požadavky na okna na slovenském trhu jsou různé a velmi náročné, avšak profesionální výrobci oken je dokážou splňovat a zároveň řešit i netypické architektonické návrhy. Příklady konstrukcí jednoduchých dřevěných oken od slovenských výrobců jsou uvedeny na Obr. 3.3.1 až Obr. 3.3.10.



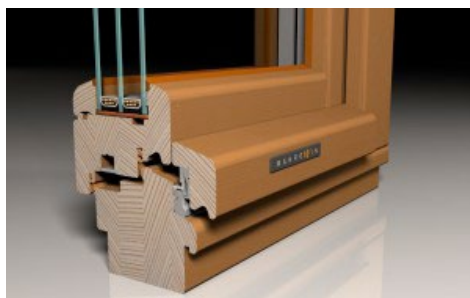
Obr. 3.3.1 Dřevěná jednoduchá okna 88 Classic Exclusive – Mintal



Obr. 3.3.2 Dřevěná jednoduchá okna 923 – Mirador



Obr. 3.3.3 Dřevěná jednoduchá okna DV 92 – Drevital



Obr. 3.3.4 Dřevěná jednoduchá okna MW 88_nostalgic – Makrowin



Obr. 3.3.5 Dřevo-hliníková jednoduchá okna Style line – Mintal



Obr. 3.3.6 Dřevo-hliníková jednoduchá okna 783_MINI – MIRADOR



Obr. 3.3.7 Dřevo-hliníková jednoduchá okna MW
Qudrat a MW integrovaná žaluzie – Makrowin



Obr. 3.3.8 Dřevěná a dřevo-hliníková jednoduchá okna
– Kajánek



Obr. 3.3.9 Dřevo-hliníková jednoduchá okna –
smartwin – Hoblina



Obr. 3.3.10 Dřevo-hliníková jednoduchá okna –
smartwin solar – Hoblina

Tato okna představují moderní přístup ke konstrukci jednoduchých dřevěných oken. Jsou příkladem propojení tradičního řemesla s pokročilými technologickými řešeními. Každý model je navržen tak, aby splňoval přísné požadavky na tepelnou izolaci, estetiku a funkčnost. Tato okna jsou ideální volbou jak pro moderní, tak pro klasické stavby a často se využívají v obytných i komerčních budovách.

3.3.2 Příklady českých výrobců oken

V České republice se nachází několik renomovaných výrobců oken, kteří se specializují na výrobu moderních dřevěných, plastových a dřevo-hliníkových oken. Tito výrobci využívají pokročilé technologie a zaměřují se na energetickou účinnost, design a udržitelnost. Profesionální výrobci na českém trhu nabízejí jak klasická, tak inovativní řešení moderní konstrukce oken, která splňují vysoké požadavky architektů a stavebníků. Příklady konstrukcí jednoduchých dřevěných a dřevo-hliníkových oken od českých výrobců jsou uvedeny na Obr. 3.3.11–3.3.20.



Obr. 3.3.11 Dřevěná okna jednoduchá (78-92) – Soukup design



Obr. 3.3.12 Dřevěná okna jednoduchá Progres 92 – Soukup design



Obr. 3.3.13 Dřevo-hliníková okna jednoduchá 92 – Soukup design



Obr. 3.3.14 Dřevo-hliníková okna jednoduchá Integral 92 – Soukup design



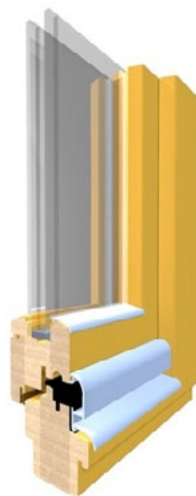
Obr. 3.3.15 Dřevěná okna jednoduchá 68 – CADRE



Obr. 3.3.16 Dřevo-hliníková okna jednoduchá 78 – CADRE



Obr. 3.3.17 Dřevěná okna jednoduchá 94 – VEKRA



Obr. 3.3.18 Dřevěná okna jednoduchá 78 – Novatec



Obr. 3.3.19 Dřevěná okna jednoduchá 88 – MASKOP
Integral Screen



Obr. 3.3.20 Dřevěná okna jednoduchá 88 – MASKOP
Integral Concept

Tito výrobci se soustředí na inovace a splnění současných norem, například v oblasti tepelné izolace (U_w hodnoty). Kromě standardních výrobků poskytují také řešení na míru podle individuálních požadavků zákazníků. Důraz je kladen na udržitelnost, proto se často využívají obnovitelné materiály, jako je certifikované dřevo. Díky kombinaci tradice a moderních technologií se česká okna těší oblibě nejen na domácím trhu, ale i v zahraničí.

3.4 DŘEVĚNÁ DVOJITÁ OKNA – PŘÍKLADY VÝROBY V ČR A SR

Dvojitá dřevěná okna jsou tradičním řešením okenních konstrukcí, které se v současnosti často modernizují, aby splňovala současné požadavky na tepelnou izolaci a design. V České republice a na Slovensku se jejich výrobě věnuje řada specializovaných firem. Dvojitá okna kombinují tradiční vzhled s moderními technologiemi, což je činí ideálními pro rekonstrukce i nové projekty. Slovenské a české firmy se snaží o výrobu, která splňuje současné standardy energetické účinnosti, například U_w hodnoty odpovídající nízkoenergetickým domům.

Využití:

- Historické budovy: dvojitá okna se často využívají při obnově památkově chráněných objektů, kde je nutné zachovat tradiční estetiku.
- Moderní stavby: přináší eleganci a přírodní vzhled do současné architektury.

Dvojitá dřevěná okna jsou i dnes aktuálním a žádaným produktem, zejména při obnově historických a památkově chráněných objektů, ale také pro novostavby stylových srubů. Hlavním požadavkem je architektonické zachování vzhledu budovy v souladu s původními okny, tedy jejich architektonické a konstrukční řešení. Současné historické budovy však zároveň musí splňovat požadavky na energetickou hospodárnost. Konstrukční řešení dvojitých oken a jejich instalace do obnovovaných objektů tak neodmyslitelně zahrnuje zlepšení tepelně technických vlastností, kde základním parametrem je hodnota U_w . Proto je nezbytné hledat přijatelný konstrukční návrh, který zachová původní autentičnost oken, ale zároveň zajistí potřebné tepelně-technické parametry. Díky kvalitnímu zpracování a lokálním materiálům přispívají čeští a slovenští výrobci k udržitelné architektuře a zachování kulturního dědictví.

3.4.1 Příklady konstrukcí a výroby na Slovensku

Konstrukce a výroba dřevěných dvojitých oken na Slovensku jsou uvedeny na Obr. 3.4.1–3.4.4. Výrobci, s ohledem na požadavky rekonstrukce historických budov, navazují konstrukční tvorbou na původní historická dvojitá okna. Vzhledem k nárokům na tepelnou ochranu, energetickou hospodárnost a certifikaci budov jsou konstrukce oken renovovány (Obr. 3.4.1–3.4.3) nebo doplněny moderní konstrukční tvorbou jednoduchých dřevěných oken (Obr. 3.4.4).



Obr. 3.4.1 Dvojitá okna 1+2 sklo – Kočíš



Obr. 3.4.2 Dvojitá okna 1+2 sklo – Kočíš



Obr. 3.4.3 Dvojitá okna 1+2 sklo – VVD Orava



Obr. 3.4.4 Dvojitá okna 1+3 sklo – Unistol

3.4.2 Příklady konstrukcí a výroby v Česku

Česká republika je bohatá na historické stavby různého zaměření, které jsou památkově chráněné a citlivě obnovovány v souladu s historickým kontextem. V souvislosti s rekonstrukcí historických budov se klade důraz na dřevěná dvojitá okna, jejich tvarové a konstrukční řešení, které respektuje původní vzhled a funkčnost.

Významným tvůrcem propojení tradičních a moderních přístupů v návrhu dvojitých oken je například Soukup Design, známý nejen jako výrobce těchto oken, ale také jako výrobce strojů a nástrojů pro jejich kvalitní výrobu. Vedle Soukup Design působí na českém trhu mnoho dalších profesionálních výrobců a tvůrců dřevěných dvojitých oken.

Příklady konstrukcí a výroby dřevěných dvojitých oken v České republice jsou zachyceny na Obr. 3.4.5–3.4.17. Tyto příklady ilustrují různorodost a kvalitu přístupů k obnově historických prvků při současném naplňování požadavků na energetickou účinnost a moderní standardy.



Obr. 3.4.5 Dvojitá okna 1+1 sklo – Soukup design



Obr. 3.4.6 Dvojitá okna 1+2 sklo – Soukup design



Obr. 3.4.7 Dvojitá okna 2+1 sklo – Soukup design



Obr. 3.4.8 Dvojitá okna 2+2 sklo – Soukup design



Obr. 3.4.9 Dvojitá okna 2+1 sklo – Soukup design



Obr.3.4.10 Dvojitá okna 1+1 sklo – CADRE 1



Obr.3.4.11 Dvojitá okna 1+2 sklo – CADRE 2



Obr. 3.4.12 Dvojitá okna 2+1 sklo – CADRE 3



Obr.3.4.13 Dvojitá okna 2+2 sklo – CADRE 4



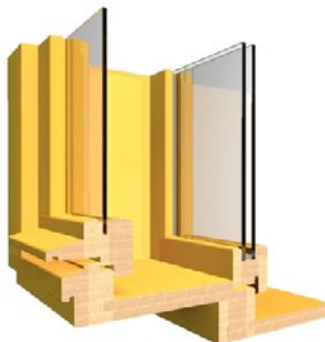
Obr. 3.4.14 Dvojitá okna 1+1 sklo – MASKOP



Obr. 3.4.15 Dvojitá okna 1+1 sklo – MASKOP



Obr. 3.4.16 Dvojitá okna 2+1 sklo – MASKOP



Obr. 3.4.17 Dvojitá okna 1+2 sklo – Novatec

Výrobci na Slovensku i v České republice nabízejí dřevěná okna, která spojují tradiční materiály s moderními technologiemi. Tyto produkty splňují současné nároky na energetickou účinnost, trvanlivost a ekologickou šetrnost. Sortiment zahrnuje jak klasická jednoduchá okna pro běžné domácnosti, tak speciální návrhy pro historické budovy či moderní architekturu. Nabídka produktů pokrývá potřeby jak domácností, tak komerčních projektů, s možností přizpůsobení na míru.

4 AKTUÁLNÍ POŽADAVKY NA TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI (TTV) STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A VÝPLNÍ OTVORŮ

Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů (oken a dveří) jsou regulovány národními normami, které stanovují minimální hodnoty pro energetickou účinnost a komfort budov. Tyto požadavky se týkají součinitele prostupu tepla U (vyjadřující tepelné ztráty) a dalších parametrů, jako je vzduchotěsnost, vodotěsnost či zvuková izolace.

4.1 POŽADAVKY DLE STN 73 0540-2

Na Slovensku stanovuje norma STN 73 0540-2 požadavky na tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí. Pro výplně otvorů, jako jsou okna a dveře, jsou definovány maximální hodnoty součinitele prostupu tepla U , které musí být splněny pro dosažení předepsané energetické efektivity.

Podle normy STN 73 0540-2 jsou z tepelně technického hlediska rozhodující dvě veličiny:

- 1) Vnitřní povrchová teplota okenní konstrukce $\theta_{si,w,N}$.
- 2) Součinitel přestupu tepla $U_{w,N}$.

Celková bilance tepelných ztrát výplňové konstrukce se skládá z:

- a) Ztrát tepla přechodem přes zasklení a rámy, kde je pro výpočet důležitá hodnota U_w (součinitel prostupu tepla oknem).
- b) Ztrát tepla ventilací, konkrétně konvekci.

1. Vnitřní povrchová teplota a kondenzace vodní páry na povrchu okenní konstrukce

Norma STN 73 0540-2 požaduje, aby rámy, neprůsvitné a průsvitné výplně otvorů v prostorách s relativní vlhkostí vzduchu $\varphi_i = 50\%$ měly na každém místě povrchovou teplotu $\theta_{si,w}$ v °C minimálně takovou, aby se zabránilo kondenzaci vodní páry na povrchu okna – rosného bodu θ_{dp} .

$$\theta_{si,w} \geq \theta_{si,w,N} = \theta_{dp} \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (4.1.1)$$

kde: $\theta_{si,ok,N}$ – požadovaná normalizovaná hodnota vnitřní povrchová teplota výplně otvorů v °C,
 θ_{dp} – teplota rosného bodu v °C zodpovídající výpočtové teplotě vnitřního vzduchu φ_{ai} a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu j ; pro normové podmínky $\theta_{ai} = 20^\circ\text{C}$ a $\varphi_i = 50\%$ je $\theta_{si,80} = 12,6^\circ\text{C}$,
 $\theta_{si,ok}$ – vnitřní povrchová teplota výplně otvoru zodpovídající výpočtové teplotě vnitřního vzduchu podél výplně otvoru $\theta_{ai,oko}$, která se určí z tabulky 4.1.1.

Tab. 4.1.1 Hodnoty $q_{ai,w}$ podle STN 73 0540-2

Popis vytápění	$\theta_{ai,ok} \text{ [}^\circ\text{C]}$
Topná tělesa pod okny	$\theta_{ai} + 2$
Topné těleso vzdálené od okna, ale při obvodové zdi s posuzovaným oknem	$\theta_{ai} + 0,5$
Sálavé a nízkoteplotní vytápění, např. podlahové	θ_{ai}

Konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vzduchu $\varphi_i > 80\%$ a konstrukce v prostorách s relativní vlhkostí vzduchu $\varphi_i > 50\%$ se navrhují a posuzují tak, aby byla vyloučena povrchová kondenzace. V ostatních případech je nutné zajistit správnou funkci konstrukcí i při povrchové kondenzaci vodní páry.

U zasklení oken na starších konstrukčních typech se používala jednoduchá skla (jedno sklo nebo 1+1 sklo), přičemž každá změna teploty venkovního vzduchu se velmi rychle projevovala změnou teploty na vnitřním povrchu skla (fázové posunutí tepelného kmitu bylo nulové). Kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu skla nastávala

v zimním období, kdy venkovní teplota klesla a sklo se ochladilo na úroveň rosného bodu. Problém kondenzace se částečně eliminoval nasměrováním teplého vzduchu od topného tělesa do prostoru skla a závěsů, přičemž okno bylo osazeno tak, že se nacházelo blíže k vnitřní straně ostění.

V současnosti je problém kondenzace vodních par výrazně omezen, za určitých podmínek je zcela eliminován použitím izolačních trojskel.

Rámy oken na bázi dřeva jsou dobrými tepelnými izolanty, proto je jejich vnitřní povrchová teplota vyšší než teplota rosného bodu, což zabraňuje povrchové kondenzaci na jejich vnitřní straně. V současnosti rámy oken o tloušťce například 78, 88 a 92 mm z dřeviny smrk spolehlivě zajišťují požadovanou vnitřní povrchovou teplotu.

2. Součinitel přestupu tepla U vnějších otvorových konstrukcí

Odporučené hodnoty součinitele přestupu tepla $U_{w,N}$ vnějších otvorů stanovuje STN 73 0540-2.

Vnější okna a dveře bytových a nebytových (občanské výstavby) budov musí mít součinitel přestupu tepla konstrukcí:

$$U_w \leq U_{w,N} \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \quad (4.1.2)$$

kde U_w je výpočtová hodnota, vyjádřená ve $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$, která se rovná naměřené hodnotě, anebo je vypočítaná z naměřených hodnot zasklení a rámu konstrukce. Normalizovaná hodnota $U_{w,N}$ se určí podle tabulky 4.1.2 pro obnovované (rekonstruované) anebo nové budovy.

• Okna do vytápěných prostor:

Maximální hodnota U závisí na umístění budovy, klimatu a energetickém standardu stavby (např. nízkoenergetické či pasivní domy). Požadované hodnoty se pohybují od $1,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ pro standardní budovy až po $0,8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ u pasivních domů.

• Dveře a prosklené stěny:

U vchodových dveří a stěn přiléhajících k venkovnímu prostředí je hodnota U obdobně přísná, zpravidla mezi $1,1$ – $0,85 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

• Střešní okna:

Kvůli vyšším tepelným ztrátám jsou požadavky mírnější, obvykle kolem $1,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Norma také bere v potaz tzv. tepelný odpor rámu a jeho vliv na celkové hodnoty okna.

Další aspekty tepelně technických požadavků

1. Vzduchotěsnost:

Výplně otvorů musí minimalizovat nechtěné proudění vzduchu, což je měřeno hodnotami průvzdušnosti dle normy EN 12207. Nejvyšší třída (třída 4) je vyžadována pro nízkoenergetické a pasivní domy.

2. Zvuková izolace:

Pro okna v hlučných oblastech (např. u dálnic) jsou požadovány izolační schopnosti dosahující až 40–50 dB.

3. Vodotěsnost:

Okna musí odolat dešti a náporu větru podle klasifikace normy EN 12208.

4. Energetická bilance:

Moderní okna by měla nejen minimalizovat tepelné ztráty, ale také zajišťovat dostatečný solární zisk v zimním období, čímž přispívají ke snižování nákladů na vytápění.

Tabulka 4.1.2 shrnuje základní hodnoty pro různé typy výplní otvorů.

Tab. 4.1.2 Požadavky na okna a dveře Slovenská republika

Součinitel přestupu tepla okna podle normy STN 73 05 40-2 + Z1 + Z2: 2019			
Konstrukce a umístění	W/(m².K)		
	U _{w,r1}	U _{w,r2}	U _{w,r3}
	normalizovaná (požadovaná) hodnota platná od 1. 1. 2016	normalizovaná (požadovaná) hodnota platná od 1. 1. 2021	doporučená hodnota od 1. 1. 2021
Okna, dveře v obvodové stěně	1,00	0,85	0,65
Okna v šikmé střešní konstrukci	1,40	1,20	1,00
Dveře do ostatních prostorů			
- se zádveřím	2,50	≤ 2,00	
- bez zádveří	3,00		

Současné normy, jako je STN 73 0540-2 na Slovensku, definují klíčové požadavky na konstrukce a výplně otvorů s ohledem na energetickou účinnost, pohodlí a dlouhodobou udržitelnost. Moderní okna a dveře, splňující tyto požadavky, představují základní prvek při realizaci nízkoenergetických a pasivních domů.

4.2 POŽADAVKY DLE ČSN 73 0540-2

Normy zaměřené na tepelnou ochranu budov, stanovují technické parametry, které musí stavební konstrukce a otvorové výplně splňovat z hlediska tepelné ochrany. Klíčové oblasti, na které se norma zaměřuje, zahrnují:

- Snížení tepelných ztrát:** konstrukce musí dosahovat stanovených hodnot součinitele prostupu tepla U (W/m².K), aby se minimalizovala ztráta energie. Tyto hodnoty jsou různé pro různé typy konstrukcí (například stěny, střechy, okna, dveře) a jejich umístění v budově.
- Prevence tepelných mostů:** norma vyžaduje návrh konstrukcí tak, aby byly eliminovány nebo minimalizovány tepelné mosty, které mohou vést k tepelným ztrátám a kondenzaci vlhkosti.
- Vnitřní prostředí:** konstrukce musí zajišťovat komfortní vnitřní teplotu, která není ovlivněna venkovními klimatickými podmínkami, a předcházet vzniku kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu.
- Ochrana proti kondenzaci vodní páry:** prostorové a materiálové uspořádání konstrukce musí bránit kondenzaci uvnitř konstrukce nebo na jejím povrchu, aby nedocházelo k degradaci materiálu.
- Hodnoty U:** pro jednotlivé typy výplní otvorů (okna, dveře, světlíky) jsou přesně stanovené maximální hodnoty součinitele prostupu tepla, například:
 - ✓ Pro standardní okna a dveře do obytných místností.
 - ✓ Pro okna do nevytápěných prostor či technických místností.
- Tepelná stabilita:** norma hodnotí stabilitu tepelného prostředí v letním období, aby nedocházelo k přehřívání interiérů vlivem solárního záření skrze transparentní výplně otvorů.
- Energetická účinnost:** zohledňuje se vliv konstrukce na energetickou bilanci budovy, zejména při využití moderních okenních systémů s vícevrstevným zasklením, kvalitními rámy a těsněním.

Požadavky na okna a dveře v České republice (Tab. 4.2.1) stanovují normy, jako je ČSN 73 0540-2, které definují požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla (U) pro různé typy budov. Tyto hodnoty se vztahují k budovám s převládající návrhovou vnitřní teplotou (θ_{in}) v rozmezí 18 °C až 22 °C.

Tab. 4.2.1 Požadavky na okna a dveře v České republice

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m²·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 ²⁾	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 ⁷⁾	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4
Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾	-	1,3	0,9-0,7
Poznámky ¹⁾ Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 31.12.2012 připouští hodnota 0,38 W/(m²·K). ²⁾ Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7 W/(m²·K). ³⁾ Nemusí se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny způsobu užívání se zajišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni. ⁴⁾ V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru. ⁵⁾ Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy. ⁶⁾ Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (tj. bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370. ⁷⁾ Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,5 W/(m²·K).			

ČSN 73 0540-2 je zásadní normou v oblasti projektování budov a rekonstrukcí, protože zajišťuje, že stavby budou splňovat požadavky na energetickou úspornost, komfort a dlouhou životnost. Tato opatření jsou zásadní pro snižování energetických ztrát a dosažení komfortního vnitřního prostředí s ohledem na současné trendy udržitelné výstavby.

5 VLIV KONSTRUKČNÍ TVORBY OKEN NA TEPELNÉ TECHNICKÉ VLASTNOSTI

Vliv konstrukční tvorby oken na tepelné technické vlastnosti je klíčovým faktorem pro zajištění energetické efektivity a komfortu v budovách. Kvalita okna je určována především součinitelem prostupu tepla (U_w), který závisí na materiálech použitých pro rám, zasklení a detaily zasklení. Rám okna, vyrobený z různých druhů dřeva, ovlivňuje hodnotu součinitele tepelného prostupu U_r , zatímco zasklení, například s plynovou výplní, přispívá k hodnotě U_g . Detaily, jako je distanční rámeček a hloubka uložení skla, mají vliv na ztrátu tepla, což se projevuje v lineárním ztrátovém součiniteli ψ .

Vhodná konstrukční tvorba a použití moderních materiálů, jako jsou izolační trojskla a kvalitní těsnění, umožňují výrazně zlepšit tepelné technické vlastnosti oken. Tím se snižují tepelné ztráty a zvyšuje se energetická efektivita budov, což má přímý dopad na náklady na vytápění a celkovou energetickou náročnost stavby. Kromě toho správná konstrukce okna také eliminuje problémy s kondenzací vodní páry na vnitřním povrchu okna, čímž přispívá k dlouhé životnosti okna a udržení vnitřní kvality prostředí.

5.1 PŘEDMĚT A CÍLE PRÁCE

Předmětem zkoumání vlivu konstrukční tvorby oken na tepelné technické vlastnosti (zaměřené na součinitel prostupu tepla rámu U_r a okna U_w) jsou různé typy a varianty dřevěných oken jednoduché a dvojité konstrukce.

Konstrukce okna je složenou konstrukcí z hlediska součinitele prostupu tepla okna. Hlavní vliv na hodnotu U_w mají následující tři konstrukční části okna:

- rám okna (okenní rám a rám křídla): hodnota U_r ,
- zasklení: hodnota U_g ,
- detail zasklení: tepelná ztráta detailem, vyjádřená lineárním ztrátovým součinitelem ψ .

Rám okna – faktory vlivu na hodnotu U_r jsou následující: druh dřeviny, profil a jeho rozměry, kování a těsnění v rámu, okapnice. Zasklení – faktory vlivu na hodnotu U_g jsou následující: druh a typ skla, plynová výplň, distanční rámeček. Detail zasklení – faktory vlivu na ψ jsou následující: materiál rámu okna, hloubka uložení, distanční rámeček zasklení.

Z hlediska objektivního stanovení hodnoty U_w je nutné spolehlivě stanovit jednotlivé hodnoty U_r , U_g a ψ . Pro všechny tři činitele je vypracována harmonizovaná metodika jejich stanovení. Hodnoty U_g zasklení a lineární ztrátový součinitel ψ distančního rámečku pro příslušná zasklení a rámy oken stanovují výrobci prostřednictvím certifikace jako podstatné parametry výrobků.

Pro výpočet hodnoty U_w v následující části jsou však zasklení – hodnoty U_g stanoveny návrhem různých zasklení v programu Windov. Hodnota ψ je převzata jako deklarovaný podstatný parametr od výrobce z technického listu.

Význam hodnoty U_w v praxi

Stanovení a splnění požadované hodnoty U_w má následující praktický význam:

- vstupuje do výpočtu tepelných ztrát budovy na bydlení,
- zajišťuje se požadovaná povrchová teplota na vnitřní straně okna a eliminuje se vznik kondenzace,
- významně ovlivňuje hospodárnost provozu vytápění a energetickou hospodárnost budovy – potřebu tepla a energie na vytápění,
- významně ovlivňuje investiční a provozní náklady na vytápění.

Důvody a cíle předmětné práce

Z uvedených důvodů (praktického významu), jakož i poznání zachování spolehlivosti a funkční kvality TTV oken během životnosti ve stavbě, a také ekologického dopadu, je nutné TTV vlastností oken objektivně zkoumat. Konkrétní cíle práce jsou uvedeny v úvodu.

Metodika a podmínky analýzy vlivu konstrukce oken na hodnotu U_w

Hodnota U_w vyjadřuje tepelně izolační vlastnosti celého okna a je výsledkem kombinace několika faktorů zahrnujících rám, zasklení, distanční rámeček a přechodové oblasti mezi těmito prvky. Tepelně technické vlastnosti okna, vyjádřené hodnotou U_w jsou výsledkem komplexní interakce konstrukčních prvků. Přesná analýza a optimalizace vyžadují detailní pochopení vlivu jednotlivých komponent a použití normovaných metod výpočtu. Při návrhu oken je klíčové vyvážit tepelnou izolaci, světelnou propustnost a ekonomické faktory, aby se dosáhlo požadovaného komfortu i energetické účinnosti.

5.2 METODIKA VÝPOČTU SOUČiniteLE PŘESTUPU TEPLA OKNA – U_w HODNOTY

Výpočet součinitele přestupu tepla dřevěných oken U_w je stanovený podle:

- STN EN ISO 10077-1 Teplotnické vlastností oken, dveří a okenic. Výpočet součinitele přestupu tepla. Část 1. Všeobecně.
- STN EN ISO 10077-2 Teplotnické vlastností oken, dveří a okenic. Výpočet součinitele přestupu tepla. Část 2. Numerická metoda pro rámy.

Okrajové podmínky pro výpočet U_f a U_w hodnoty

a) Výpočet U_f – teplota a odpor při přestupu tepla

Okrajové podmínky pro výpočet U_f

Podmínky	Teplota θ (°C)	Odpor při přestupu tepla R_s (m²K/W)	
Interiérová strana	20	0,13	R_{si}
Exteriérová strana	0	0,04	R_{se}
Adiabatický dej	-	nekonečno	

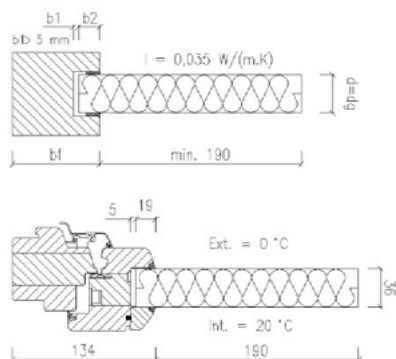
b) Výpočet U_w – rozměr okna 1,23 x 1,48 m

5.2.1 Metodika analýzy U_f – hodnoty v programe Therm

Přesný geometrický model profilů rámu jednotlivých oken byl vytvořen v programu AutoCAD a následně importován do programu Therm, který byl použit k výpočtu tepelně technických vlastností za stacionárních podmínek pomocí dvojrozměrného teplotního pole.

Geometrický model Dřevěná ho okna pro výpočet hodnoty U_f byl precizně stanoven a analyzován v souladu s výpočtovým modelem pro hodnotu U_f podle přílohy F.1 normy ČSN EN ISO 10077-2 a na základě materiálů uvedených v příloze D.1 téže normy. Schéma a příklad geometrického modelu pro výpočet U_f je znázorněn na Obr. 5.2.1.1.

Výpočet součinitele prostupu tepla rámem U_f je založen na principu dvourozměrného vedení tepla. Provádí se tak, že zasklení okna je nahrazeno tepelně izolačním panelem s hodnotou tepelné vodivosti $\lambda = 0,035$ W/(m·K). Tloušťka tohoto panelu odpovídá tloušťce skla, avšak pokud je rám okna navržen pro různé tloušťky zasklení, platí následující pravidla: pro izolační dvojsklo je tloušťka panelu 24 mm a pro trojsklo 36 mm. Schéma a geometrický model uložení panelu je zobrazen na Obr. 5.2.1.1.



Obr. 5.2.1.1 Schéma v smyslu STN EN ISO 10077-2 a příklad geometrického modelu pro výpočet U_f

Metodika analýzy hodnoty součinitele prostupu tepla rámem U_f v programu Therm zahrnuje postup výpočtu tepelného chování rámových konstrukcí oken s využitím přesného modelování dvourozměrného vedení tepla. Tento přístup zajišťuje spolehlivé výsledky, které odpovídají normám a požadavkům na tepelně technické vlastnosti stavebních vyplní.

5.2.2 Metodika výpočtu U_w hodnoty jednoduchých a dvojitých oken

1. Dřevěná jednoduchá okna – stanovení U_w hodnoty

Pro dřevěná jednoduchá okna je U_w hodnota stanovená podle vztahu (5.2.2.1):

$$U_w = \frac{\sum U_g \cdot A_g + \sum U_f \cdot A_f + \sum \psi_g \cdot l_g}{A_g + A_f} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)} \quad (5.2.2.1)$$

kde: U_f je součinitel přestupu tepla rámu a křídla ve W/(m².K);

U_g součinitel přestupu tepla zasklení ve W/(m².K); určí se podle ISO 10291 pro naměřenou hodnotu

metodou GHP, ISO 10292 pro vypočítanou hodnotu, ISO 10293 pro naměřenou hodnotu metodou HFM

ψ_f lineární ztrátový součinitel detailu zasklení ve W/(m.K);

l_g obvod zasklení v křídle v m.

2. Dřevěná dvojitá okna – stanovení U_w hodnoty

Pro dřevěná dvojitá okna je U_w hodnota stanovená podle vztahu (5.2.2.2) a v smyslu Obr. 5.2.2.1:

$$U_w = \frac{1}{1/U_{w1} - R_{si} + R_s - R_{se} + 1/U_{w2}} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)} \quad (5.2.2.2)$$

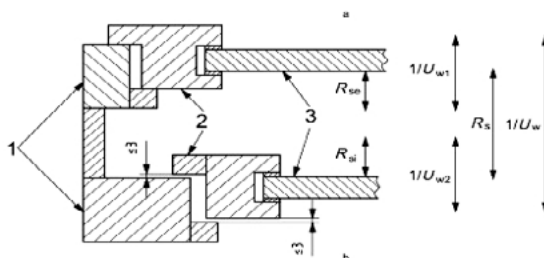
kde: U_{w1} , U_{w2} jsou součiniteli přestupu tepla vnitřní strany na vnějšího okna, vypočítané podle vztahu (5.2.2.1) W/(m².K);

R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní a vnější stranu okna v případě jeho samostatného použití

R_{se} je odpor při přestupu tepla na vnitřní stranu na vnějšího okna v případě jeho samostatného použití

R_s je tepelný odpor vrstvy mezi zaskleními dvou oken

Poznámka: Hodnoty R_{si} a R_{se} jsou v příloze D a hodnoty R_s jsou v příloze E normy STN EN ISO 10077-2.



Obr. 5.2.2.1 Dvojité okno – schéma v smyslu STN EN ISO 10077-1 pro výpočet U_f

5.2.3 Zasklení pro analýzu dřevěných oken a U_g hodnoty

Pro analýzu vlivu konstrukce dřevěných oken na U_w hodnotu byly k profilům ráků navrženy a použity vybrané druhy izolačních zasklení s U_g hodnotou. Návrh izolačních zasklení byl zpracován v programu Window. Přehled použitých zasklení je v Tab. 5.2.3.1.

Tab. 5.2.3.1 Použité zasklení pro analýzu vlivu konstrukce dřevěných oken na U_w hodnotu

P.č.	Počet skel	Zasklení typ skla/výplň/typ skla/výplň/typ skla	Tloušťka zasklení mm	Výplň zasklení	Hodnota U_g W/(m ² .K)
1	2	3	4	5	6
1	1	Planilux 4	4		5,80
2	1	Planitherm XN	4		5,80
3	2	5 PTXN2/002 Vacuum/5 PTXN2	10	Vacuum	0,59
4	2	4 PTXN/12Ar/4 PTXN	20	Ar_Argón	1,25
5	2	4 PTXN/12Air/4 PTXN	20	Air_Vzduch	1,60
6	2	4 PT One/12Kr/4 PT One	20	Kr_Kryptón	0,99
7	2	4 PT One/12Air/4 PT One	20	Air_Vzduch	1,56
8	2	4 PTXN/16Ar/4 PTXN	24	Ar_Argón	1,17
9	2	4 PTXN/16Air/4 PTXN	24	Air_Vzduch	1,43
10	2	4 PT One/16Ar/4 PT One	24	Ar_Argón	1,13
11	2	4 PT One/16Air/4 PT One	24	Air_Vzduch	1,39
12	2	4 PTXN2/16Kr/4 PTXN2	24	Kr_Kryptón	1,07
13	2	4 PTXN2/16Air/4 PTXN2	24	Air_Vzduch	1,41
14	3	4 PTXN2/12Ar/4 PX/12Ar/4 PTXN2	36	Ar_Argón	0,72
15	3	4 PTXN2/12Air/4 PX/12Air/4 PTXN2	36	Air_Vzduch	0,94
16	3	4 PT One/12Ar/4 PX/12Ar/4 PT One	36	Ar_Argón	0,70
17	3	4 PT One/12Air/4 PX/12Air/4 PT One	36	Air_Vzduch	0,91
18	3	4 PTXN/12Kr+/4 PX/12Kr+/4 PTXN	36	Kr_Kryptón	0,58
19	3	4 PTXN/12Air+/4 PX/12Air+/4 PTXN	36	Air_Vzduch	0,96
20	3	4 PTXN2/12Kr/4 PX/12 Kr/4 PTXN2	36	Kr_Kryptón	0,50
21	3	4 PTXN2/12Air/4 PX/12 Air/4 PTXN2	36	Air_Vzduch	0,80
22	3	4 PT One/12Xe/4 PX/12Xe/4 PT One	36	Xe_Xenón	0,46
23	3	4 PT One/12Air/4 PX/12Air/4 PT One	36	Air_Vzduch	0,91
24	3	4 PTXN/14Ar/4 PX/14Ar/4 PTXN	40	Ar_Argón	0,68
25	3	4 PTXN/14Air/4 PX/14Air/4 PTXN	40	Air_Vzduch	0,87
26	3	4 PTXN/16Ar/4 PX/16Ar/4 PTXN	44	Ar_Argón	0,62
27	3	4 PTXN/16Air/4 PX/16Air/4 PTXN	44	Air_Vzduch	0,80
28	3	4 PTXN2/16Ar+/4 PX/16Ar+/4 PTXN2	44	Ar_Argón	0,60
29	3	4 PTXN2/16Air+/4 PX/16Air+/4 PTXN2	44	Air_Vzduch	0,78
30	3	4 PTXN2/16Kr+/4 PX/16Kr+/4 PTXN2	44	Kr_Kryptón	0,51
31	3	4 PT One II/16Xe/4 PX/16Xe/4 PT One II	44	Xe_Xenón	0,45
32	3	4 PT One II/16Air/4 PX/16Air/4 PT One II	44	Air_Vzduch	0,75
33	3	4 PTLX/18Ar+/4 PX/18Ar+/4 PTLX	48	Ar_Argón	0,68
34	3	4 PTLX/18Air+/4 PX/18Air+/4 PTLX	48	Air_Vzduch	0,83
35	3	4 PTXN/18Ar+/4 PX/18Ar+/4 PTXN	48	Ar_Argón	0,60
36	3	4 PTXN /18Air+/4 PX/18Air+/4 PTXN	48	Air_Vzduch	0,76
37	3	4 PTXNII/18Ar+/4 PX/18Ar+/4 PTXNII	48	Ar_Argón	0,58
38	3	4 PTXNII/18Air+/4 PX/18Air+/4 PTXNII	48	Air_Vzduch	0,74
39	3	4 PT One II/18Kr/4 PX/18Kr/4 PT One II	48	Kr_Kryptón	0,49
40	3	4 PT One II/18Air/4 PX/18Air/4 PT One II	48	Air_Vzduch	0,70

Poznámka: 4 PTXN – tloušťka skla 4 (mm), 12Ar- distanční vzdálenost skel 12 (mm) s výplní argón, PTXN/II – sklo SGG Planitherm XN/II, PT One/II – sklo Planitherm ONE/II, PTLX -sklo SGG Planitherm LUX, PX – sklo SGG Planilux

5.2.4 Materiály pro analýzu U_f a U_w hodnoty dřevěných oken

Materiály a jejich fyzikální vlastnosti pro analýzu U_w hodnoty jsou použité z přílohy D.1 podle STN EN ISO 10077-2. Vybraný přehled je uvedený v Tab. 5.2.4.1.

Tab. 5.2.4.1. Materiály a jejich fyzikální vlastnosti pro analýzu U_w hodnoty oken

Skupina	Materiál ¹⁾	Objemová hmotnost ρ (kg/m ³)	Součinitel tepelné vodivosti λ (W/m.K)
Rám	Měkké dřevo (smrk)	500	0,13
	Slitina hliníku	2800	160
	Ocel	7800	50
Sklo – zasklení	Druh a typ zasklení podle tab. 5.2.3.1		
Těsnění	Silikón čistý	1200	0,35
	Silikón plnění	1500	0,50
	Pružný elastomerní pěna	60–80	0,05
	EPDM	1150	0,25
Těsnící materiály a materiály při okraji zasklení	Polysulfid	1700	0,40
	Polyizobutylene	930	0,20
	Polyamid vyztužený	1450	0,30
	Butylkaučuk	1200	0,24
	Mirelon	40–50	0,038
	Silikagel	720	0,13
Poznámka: 1) S malými výjimkami byly materiály převzaty z ISO 10456.			

5.2.5 Konstrukční tvorba oken na báze dřeva k cílem výzkumu

Konstrukční tvorba oken na bázi dřeva je klíčovým předmětem výzkumu, jehož cílem je optimalizace tepelně technických vlastností, životnosti a estetických parametrů těchto oken.

1. Identifikace pro označování konstrukční tvorby oken

Přehled a identifikace pro označování konstrukční tvorby oken na bázi dřeva k cílům výzkumu je uvedena v Tab. 5.2.5.1.

Tab. 5.2.5.1: Přehled a identifikace označení konstrukční tvorby oken na bázi dřeva

Konstrukční tvorba oken k cílem výzkumu – identifikace					Zasklení oken – identifikace		
Druh konstrukce okna		Typ konstrukce okna – konstrukční tvorba rámu	Ozn.	Podtyp konstrukce- tloušť'ka profilu	Druh počet skel úprava skla	Typ dist. rámeček – šířka, typ	Podtyp plyn výplně dutiny
Jednoduchá okna	1.	Dřevěné jednoduché moderní konstrukce	DJ	68,78,88,92	D, T	XY (mm) SWS Ulti- mate	Ar, Kr, Air
	2.	Dřevěné jednoduché speciální – bez rámové křídlo	DJs b. RK	80,88,92	T		Ar, Kr, Air
	3.	Dřevo-hliníkové jednoduché	DH	88,92	T		Ar,Kr, Air, vákuum
	4.	Dřevo-hliníkové jednoduché-kapotáž	DH.k	88,92	T		Ar, Kr, Air
Dvojitá okna	1.	Historické původní konstrukce	hP	45,45	J	XY (mm) SWS Ulti- mate	---
	2.	Historické renovované konstrukce	hR	kombinace	J,D		Ar, Kr, Air
	3.	Moderněji konstrukce	mK	kombinace	D, T		Ar, Kr, Xe, Air
	4.	Modely moderněji konstrukce	MmK	kombinace	D,T		Ar, Kr, Xe, Air
Poznámka: J – jednoduché sklo, D – izolační dvojsklo, T – izolační trojsklo, Ar – argon, Kr – krypton, Xe – xenon, Air – vzduch Označení konstr. okna např.: DJ 68_D_Ar s uvedením hodnoty U _g							

2. Identifikace pro označování skupin profilů konstrukční tvorby oken

Přehled a identifikace pro označování skupin profilů konstrukční tvorby oken na bázi dřeva k cílům výzkumu je uveden v Tab. 5.2.5.2 a 5.2.5.3.

Tab. 5.2.5.2: Přehled a identifikace skupin profilů konstrukční tvorby jednoduchých oken na bázi dřeva

Skup. profilů	Identifikace profilů rámu		
	P.č. 1	Označení profilu rámu 2	Tl. rámu [mm] 3
JD_DJ	1. Dřevěná okna jednoduchá – moderní konstrukce		
	1	DJ 68	68
	2	DJ 78	78
	3	DJ 88	88
	4	DJ 92	92
JH_DH	2. Dřevohliníková okna jednoduchá – moderní konstrukce		
	1	DH 88	88
	2	DH.k 88	88
	3	DH 92 V1	92
	4	DH 92 V2A	92
	5	DH 92 V2B	92
JS_DJ.s	3. Dřevěná okna jednoduchá speciální		
	1	DJ.s 80	80
	2	DJ.s 88	88
	3	DJ.s 92	92

Tab. 5.2.5.3: Přehled a identifikace skupin profilů konstrukční tvorby jednoduchých oken na bázi dřeva

Skupina profilů	Identifikace		
	P.č. 1	Označení 2	Celk. tloušťka [mm] 3
DP_DD,pH + hR	1. Dřevěná okna dvojitá – původní profily		
	1	DD,pH(R) 45 + 45	90
	2	DD,hR 52 + 45	97
	2	DD,hR 52 + 52	104
	3	DD,hR 55 + 55	110
DK_DD.KmrK	2. Dřevěná okna dvojitá – kombinované profily		
	1	DD.KmrK 68 + 45	113
	2	DD.KmrK 68 + 55	123
	3	DD.KmrK 78 + 45	123
	4	DD.KmrK 78 + 55	133
	5	DD.KmrK 88 + 45	133
	6	DD.KmrK 88 + 55	143
	7	DD.KmrK 92 + 45	137
	8	DD.KmrK 92 + 55	147

D1_DD.M1mK	3. Dřevěná okna dvojitá – modely M1mk stejné profily		
	1	DD.M1mK 68 + 68	136
	2	DD.M1mK 78 + 78	156
	3	DD.M1mK 88 + 88	176
D27_DD.M1mK	1	DD.M2mK 78 + 68	146
	2	DD.M3mK 88 + 68	156
	3	DD.M4mK 92 + 68	160
	4	DD.M5mK 92 + 78	170
	5	DD.M6mK 92 + 88	180
	6	DD.M7mK 92 + 92	184

5.3 DŘEVĚNÁ JEDNODUCHÁ OKNA – VZORKY, ANALÝZA A VÝSLEDKY TTV

Dřevěná jednoduchá okna jsou tradičním konstrukčním prvkem, který nachází uplatnění zejména při rekonstrukcích historických budov nebo v architektonických řešeních, kde je požadováno zachování autentického vzhledu. Analýza a hodnocení jejich tepelně-technických vlastností (TTV) zahrnují zejména zkoumání jejich izolačních schopností, vliv konstrukce rámu a zasklení na celkový součinitel prostupu tepla U_w , a také odolnost vůči kondenzaci.

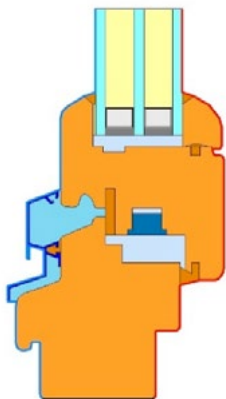
Z provedených vzorků a měření vyplývá, že parametry jednoduchých dřevěných oken mohou být optimalizovány volbou vhodného typu dřeviny, zasklení a těsnění. Výsledky analýz slouží jako podklad pro zlepšování konstrukčních návrhů, splnění moderních norem a zajištění dlouhodobé funkční spolehlivosti těchto výrobků.

5.3.1 Dřevěná jednoduchá okna moderní konstrukci (DJ)

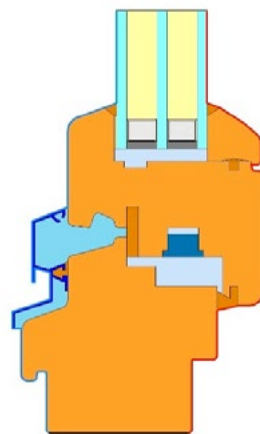
Dřevěná jednoduchá okna moderní konstrukce (DJ) představují inovativní řešení, které kombinuje tradiční estetiku s požadavky na současné tepelně-technické vlastnosti. Moderní technologie umožňují zlepšení izolačních parametrů těchto oken díky použití sofistikovanějších profilů, kvalitních těsnění a vícevrstvého zasklení.

DJ okna jsou navržena tak, aby splňovala požadavky na energetickou hospodárnost i odolnost vůči povětrnostním vlivům. Jsou ideální pro použití v architektonických projektech, kde je potřeba zachovat historický vzhled, ale zároveň dosáhnout moderních standardů v oblasti tepelných ztrát a komfortu. Tyto konstrukce jsou navíc ekologické díky využití obnovitelných materiálů a jejich dlouhé životnosti.

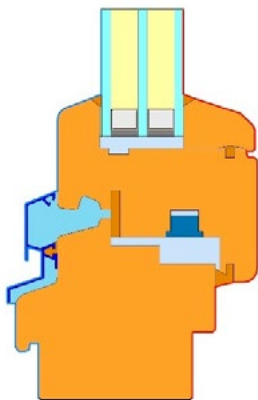
a) Vzorky DJ oken – profily okenních rámu 68, 78, 88, 92 mm



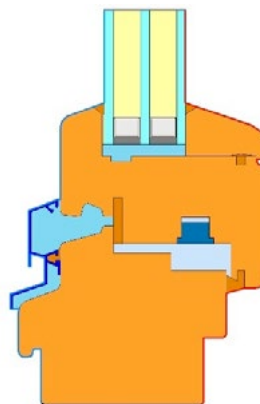
Obr. 5.3.1.1 Profil okenního rámu tloušťka 68 mm



Obr. 5.3.1.2 Profil okenního rámu tloušťka 78 mm



Obr. 5.3.1.3 Profil okenního rámu tloušťka 88 m



Obr. 5.3.1.4 Profil okenního rámu tloušťka 92 mm

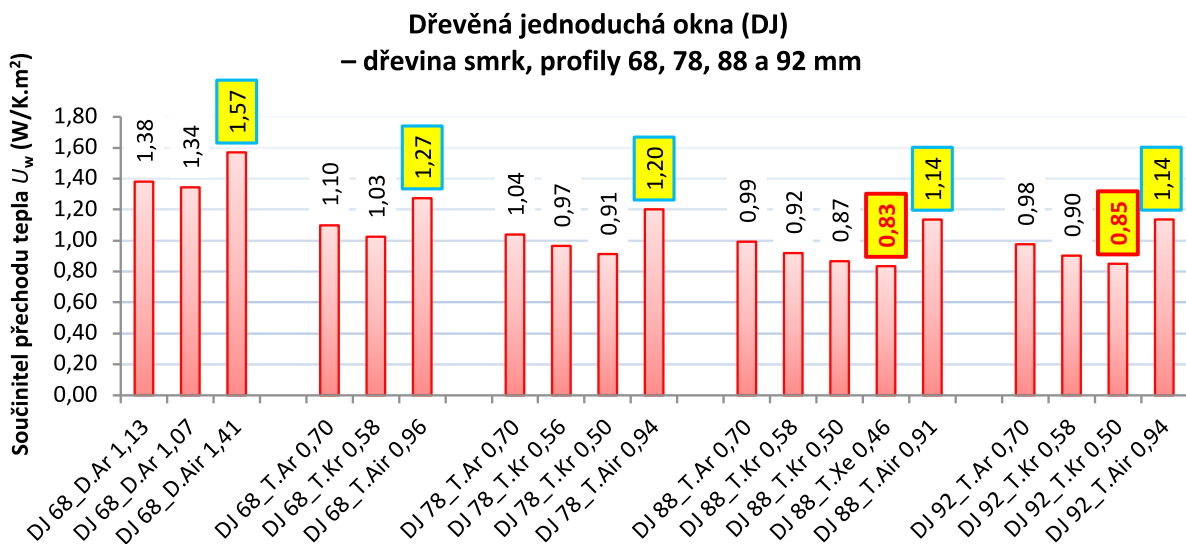
Pro analýzu U_w hodnoty DJ oken byly použity profily moderní konstrukce (mk) okenních ráků tloušťky 68, 78, 88, a 92 mm, konstrukční tvorba je uvedena na Obr. 5.3.1.1–5.3.1.4.

b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DJ oken

Výsledky U_w hodnoty DJ pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedené v Tab. 5.3.1.1 a grafu 5.3.1.1.

Tab. 5.3.1.1: Dřevěná jednoduchá okna – moderní konstrukce (DJ): konstrukce a U -hodnoty

P.č.	Označení	TL. rámu [mm]	TL. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m²]					W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DJ okno – tloušťka profilu rámu 68 mm, izolační dvojsklo (D)											
1A	DJ 68_DAr 1,13	68	24	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	1,13	1,67	1,38
1B	DJ 68_DAr 1,07	68	24	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	1,07	1,67	1,34
1C	DJ 68_DAir 1,41	68	24	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	1,41	1,67	1,57
DJ okno – tloušťka profilu rámu 68 mm, izolační trojsklo (T)											
2A	DJ 68_TAr 0,70	68	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,70	1,67	1,10
2B	DJ 68_TKr 0,58	68	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,58	1,67	1,03
2C	DJ 68_TAir 0,96	68	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,96	1,67	1,27
DJ okno – tloušťka profilu rámu 78 mm, izolační trojsklo (T)											
3A	DJ 78_TAr 0,70	78	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,70	1,49	1,04
3B	DJ 78_TKr 0,56	78	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,58	1,49	0,97
3C	DJ 78_TKr 0,50	78	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,50	1,49	0,91
3D	DJ 78_TAir 0,94	78	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,94	1,49	1,20
DJ okno – tloušťka profilu rámu 88 mm, izolační trojsklo (T)											
4A	DJ 88_TAr 0,70	88	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,70	1,36	0,99
4B	DJ 88_TKr 0,58	88	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,58	1,36	0,92
4C	DJ 88_TKr 0,50	88	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,50	1,36	0,87
4D	DJ 88_TXe 0,46	88	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,46	1,36	0,83
4E	DJ 88_TAir 0,91	88	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,91	1,36	1,14
DJ okno – tloušťka profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T)											
5A	DJ 92_TAr 0,70	92	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,70	1,31	0,98
5B	DJ 92_TKr 0,58	92	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,58	1,31	0,90
5C	DJ 92_TKr 0,50	92	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,50	1,31	0,85
5D	DJ 92_TAir 0,94	92	36	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,94	1,31	1,14
Poznámka: DJ – dřevěná jednoduchá okna moderní konstrukce											
Zasklení: SGG Planitherm XN + SGG Planiclear											



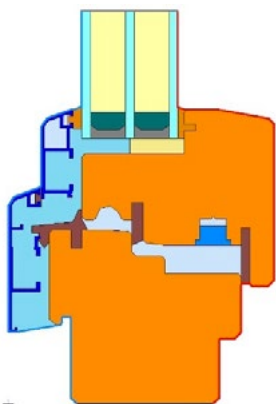
Typ DJ okna: profil – 68, 78, 88, 92 mm,
zasklení: D – izol. dvojsklo, T – izol. trojsklo, typ výplně a Ug hodnoty

Graf 5.3.1.1 Dřevěná jednoduchá okna – moderní konstrukce (DJ): konstrukce a U_w – hodnoty

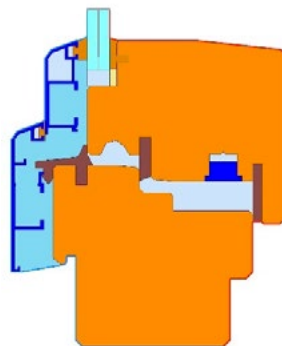
5.3.2 Dřevohliníková jednoduchá okna moderní konstrukce (DH)

a) Vzorky DH oken – profily okenních ráků 88 a 92 mm

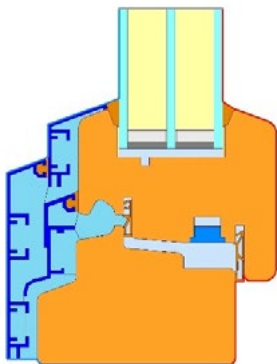
Pro analýzu U_w hodnoty DH oken byly použity profily moderní konstrukce okenních ráků tloušťky 88 a 92 mm, konstrukční tvorba je uvedena na obr. 5.3.2.1–4.



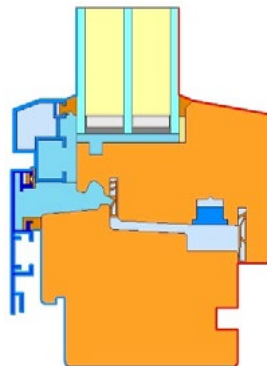
Obr. 5.3.2.1 DH okno s izolačním trojsklem – profil tloušťky 88 mm (DH 88_T)



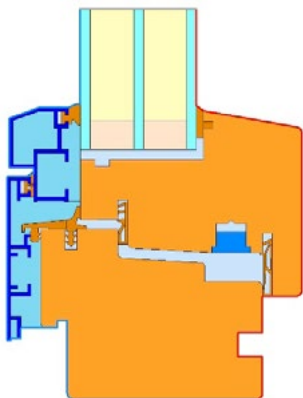
Obr. 5.3.2.2 DH okno s vakuovým dvojsklem – profil tloušťky 88 mm (DH 88_DVG)



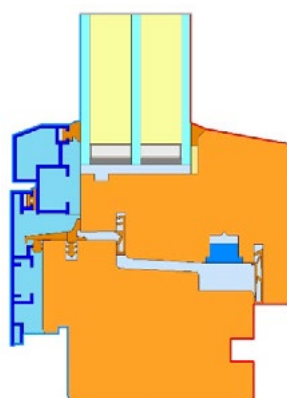
Obr. 5.3.2.3 DH okno s kapotází a izolačním trojsklem – profil tloušťky 92 mm (DH.k_92_T)



Obr. 5.3.2.4 DH okno s izolačním trojsklem – profil tloušťky 92 mm (DH 92 V1)



Obr. 5.3.2.5 DH okno s izolačním trojsklem – profil tloušťky 92 mm (DH 92 V2A)



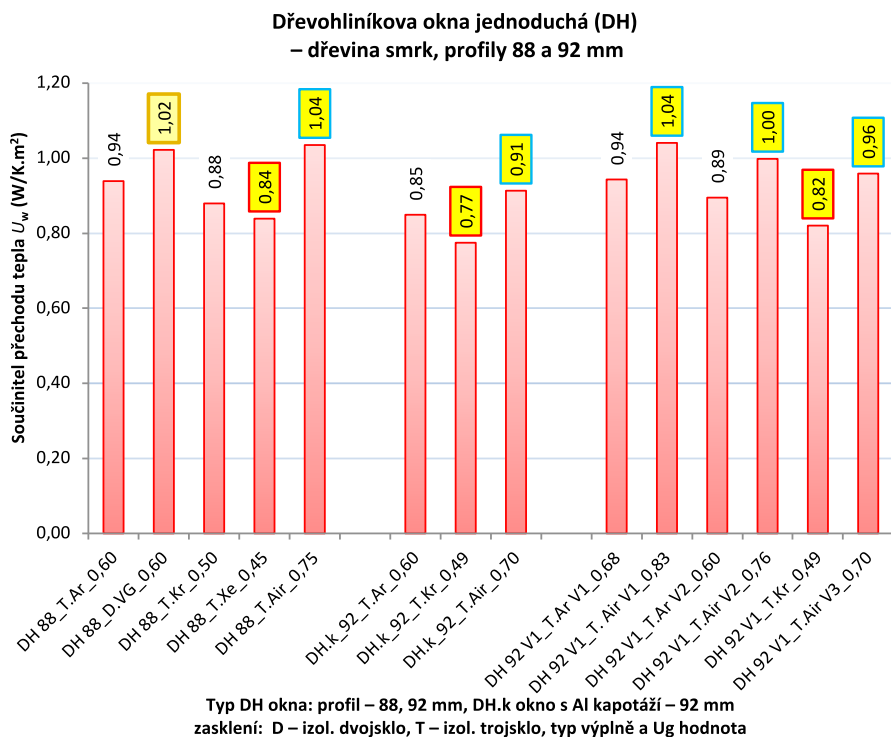
Obr. 5.3.2.6 DH okno s izolačním trojsklem – profil tloušťky 92 mm (DH 92 V2B)

b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DH oken

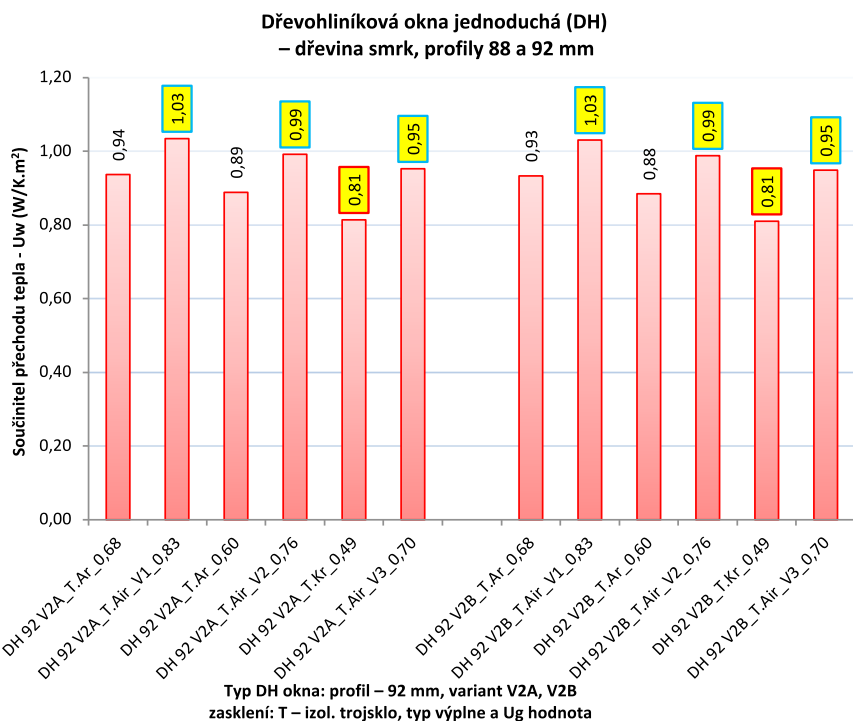
Výsledky U_w hodnoty DH oken pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedeny v Tab. 5.3.2.1 a grafech 5.3.2.1A a 5.3.2.1B.

Tab. 5.3.2.1: Dřevohliníková jednoduchá okna – moderní konstrukce (DH): konstrukce a U-hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka lg [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			Ug	Uf	Uw
					[m²]				W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DH okno – tloušťka profilu rámu 88 mm, izolační trojsklo (T) – obr...											
1A	DH 88_T.Ar_0,60	88	44	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,37	0,94
1B	DH 88_D.VG_0,60	88	10	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,59	1,65	1,02
1C	DH 88_T.Kr_0,50	88	44	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,51	1,37	0,88
1D	DH 88_T.Xe_0,45	88	44	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,45	1,37	0,84
1E	DH 88_T.Air_0,75	88	44	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,75	1,37	1,04
DH.k okno – hr. profilu 92 mm s Al kapotází, izolační trojsklo (T) – obr...											
2A	DH.k_92_T.Ar_0,60	k_92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,11	0,85
2B	DH.k_92_T.Kr_0,49	k_92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,11	0,77
2C	DH.k_92_T.Air_0,70	k_92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,70	1,11	0,91
DH okno – tloušťka profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T) – obr...										bez plast. okapnice V1	
3A	DH 92 V1_T.Ar V1_0,68	92	48	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,68	1,24	0,94
3B	DH 92 V1_T.Air V1_0,83	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,83	1,24	1,04
3C	DH 92 V1_T.Ar V2_0,60	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,24	0,89
3D	DH 92 V1_T.Air V2_0,76	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,24	1,00
3E	DH 92 V1_T.Kr_0,49	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,24	0,82
3F	DH 92 V1_T.Air V3_0,70	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,70	1,24	0,96
DH okno – tloušťka profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T) – obr...										plast. ok., bez TI skla V2A	
4A	DH 92 V2A_T.Ar_0,68	92	48	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,68	1,23	0,94
4B	DH 92 V2A_T.Air_V1_0,83	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,83	1,23	1,03
4C	DH 92 V2A_T.Ar_0,60	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,23	0,89
4D	DH 92 V2A_T.Air_V2_0,76	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,23	0,99
4E	DH 92 V2A_T.Kr_0,49	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,23	0,81
4F	DH 92 V2A_T.Air_V3_0,70	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,70	1,23	0,95
DH okno – tloušťka profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T) – obr...										plast. ok., s TI skla V2B	
5A	DH 92 V2B_T.Ar_0,68	92	48	1,82	1,20	0,62	4,40	0,029	0,68	1,21	0,93
5B	DH 92 V2B_T.Air_V1_0,83	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,83	1,21	1,03
5C	DH 92 V2B_T.Ar_0,60	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,21	0,88
5D	DH 92 V2B_T.Air_V2_0,76	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,21	0,99
5E	DH 92 V2B_T.Kr_0,49	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,21	0,81
5F	DH 92 V2B_T.Air_V3_0,70	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,70	1,21	0,95
poznámka: DH – dřevohliníková okna jednoduchá moderní konstrukce											



Graf 5.3.2.1A Dřevohliníková jednoduchá okna – moderní konstrukce (DH): konstrukce a U-hodnoty



Graf 5.3.2.1B Dřevohliníková jednoduchá okna – moderní konstrukce (DH): konstrukce a U-hodnoty

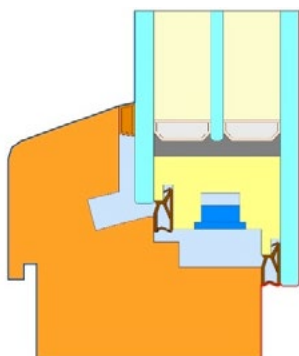
5.3.3 Dřevěná jednoduchá okna speciální – bez rámu křídla (DJ.s_bRK)

Dřevěná jednoduchá okna speciální – bez rámu křídla představují moderní přístup ke konstrukci oken, který klade důraz na minimalismus a čistý design. Absence rámu křídla umožňuje maximální prosklenou plochu, což zlepšuje propustnost denního světla a opticky zvětšuje prostor. Tento typ oken se často využívá v architektonicky výrazných stavbách nebo tam, kde je požadován co nejjednodušší vzhled fasády. Technické provedení přitom stále zajišťuje dostatečnou tepelnou izolaci a funkčnost.

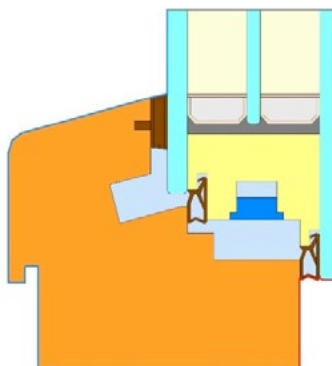
Vysoké architektonické požadavky na budovy a okna představují výzvy i pro speciální konstrukce oken, tzv. křídla bez rámu, kde je „rám“ křídla skrytý v izolačním zasklení a musí plnit standardní funkce klasického rámu okenního křídla, jako je uchycení kování a těsnění. Konstrukční řešení klasického detailu zasklení zaniká, protože skrytý „rám“ je vlepen do zasklení a stává se jeho součástí. Příklad této konstrukce je uveden v kapitole 3.4.2 (MASKOP 88 Integral Concept).

a) Vzorok DJ.s_bRK oken – profily okenních rámu 80, 88 a 92 mm

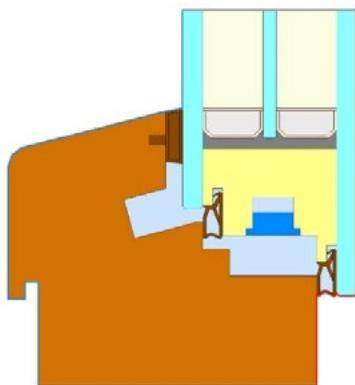
Pro analýzu U_w hodnoty DJ.s_bRK oken byly použity profily moderní konstrukce okenních rámu tloušťky 80, 88 a 92 mm, konstrukční tvorba je uvedená na Obr. 5.3.3.1–5.3.3.3.



Obr. 5.3.3.1 DJ.s_bRK okno – profil okenního rámu tloušťky 80 mm



Obr. 5.3.3.2 DJ.s_bRK okno – profil okenního rámu tloušťky 88 mm



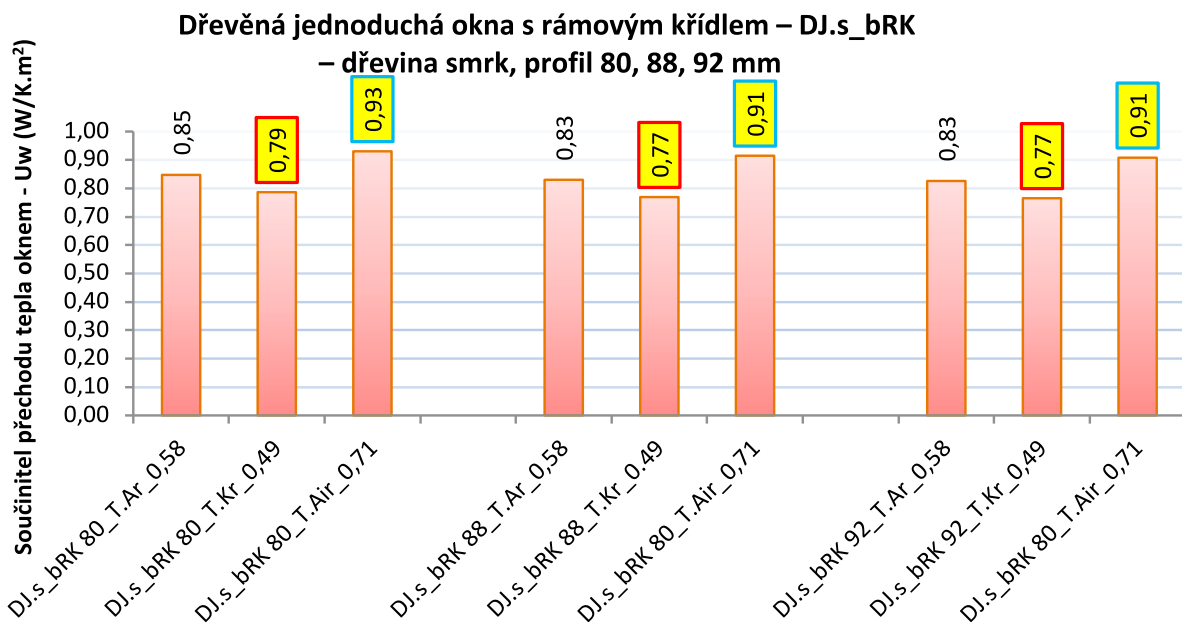
Obr. 5.3.3.3 DJ.s_bRK okno – profil okenního rámu tloušťky 92 mm

b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DH oken

Výsledky U_w hodnoty DJ.s_bRK oken pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedené v Tab. 5.3.3.1 a grafu 5.3.3.1.

Tab. 5.2.3.1: Dřevěná jednoduchá okna speciální – bez rámu křídla (DJ.s_bRK): konstrukce a U-hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka lg [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			Ug	Uf	Uw
					[m ²]				W/(m ² .K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DJ okno speciální – tl. profilu rámu 80 mm, izolační trojsklo (T)											
1A	DJ.s_bRK 80_T.Ar_0,58	80	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,58	1,15	0,85
1B	DJ.s_bRK 80_T.Kr_0,49	80	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,15	0,79
1C	DJ.s_bRK 80_T.Air_0,71	80	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,15	0,93
DJ okno speciální – tl. profilu rámu 88 mm, izolační trojsklo (T)											
2A	DJ.s_bRK 88_T.Ar_0,58	88	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,58	1,10	0,83
2B	DJ.s_bRK 88_T.Kr_0,49	88		1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,10	0,77
2C	DJ.s_bRK 80_T.Air_0,71	88	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,10	0,91
DJ okno speciální – tl. profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T)											
3A	DJ.s_bRK 92_T.Ar_0,58	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,58	1,08	0,83
3B	DJ.s_bRK 92_T.Kr_0,49	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,08	0,77
3C	DJ.s_bRK 80_T.Air_0,71	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,08	0,91



Typ DJ.s_bRK okna: profil – 80, 88, 92 mm,
zasklení T – izol. trojsklo, typ výplně a Ug hodnota

Graf 5.3.3.1 Dřevěná jednoduchá okna speciální – bez rámu křídla (DJ.s_bRK): konstrukce a U-hodnoty

5.3.4 Výsledky a vyhodnocení – jednoduchá okna DJ, DH, DJ.s

Výsledky a vyhodnocení ukazují, že správná volba materiálů, konstrukčních detailů a technologií výroby významně ovlivňuje tepelně technické vlastnosti oken, jejich funkční spolehlivost a splnění požadavků platných norem.

Cílem vyhodnocení výsledků je objektivní prokázání:

1. Pro první cíl práce (C1Av, C1Bv, C1Cv):

- A) vlivu konstrukce profilů rámců na hodnotu U_f ,
- B) vlivu celé konstrukce okna na hodnotu U_w pro referenční rozměr 1,23 x 1,48 m,
- C) splnění požadované hodnoty $U_{w,N}$ podle STN a ČSN 73 0540-2 pro:
 - a. současné požadavky,
 - b. doporučené hodnoty – nadčasové.

2. Pro druhý cíl práce (C2v):

Funkční spolehlivosti a životnosti tepelně technických vlastností (TTV) okna v čase (pro předpokládanou životnost budovy, např. jednu generaci – 60 let), tj. splnění hodnoty U_w ve vztahu k $U_{w,N}$ při opotřebení (zhoršení) hodnoty U_g zasklení, tj. úplném úniku vzácného plynu (Ar, Kr, Xe) z izolačního zasklení a jeho nahrazení vzduchem (Air) v meziskelním prostoru.

3. Pro třetí cíl práce (C3v):

Vliv předpokládané frekvence potřeby výměny částí okna (zasklení) nebo úplné výměny oken (z důvodu časového zachování požadovaných TTV vlastností podle STN a ČSN během předpokládané životnosti stavby, např. 60 let) na spotřebu materiálů pro zasklení nebo nová okna, s dopady na ekonomickou a ekologickou efektivitu, tj. vliv na životní prostředí a principy trvale udržitelného rozvoje.

Přehled vyhodnocení – jednoduchá okna

V následující části jsou výsledky a vyhodnocení konstrukční tvorby jednoduchých oken seskupeny a označeny takhle:

1. **Dřevěná jednoduchá okna moderní konstrukce (DJ)** – 68, 78, 88, 92 mm
2. **Dřevohliníková jednoduchá okna moderní konstrukce (DH)** – 88 a 92 mm
3. **Dřevěná jednoduchá okna speciální – bez rámu křídla (DJ.s_bRK)**

5.3.4.1 Dřevěná jednoduchá okna moderní konstrukce (DJ) – 68, 78, 88, 92 mm

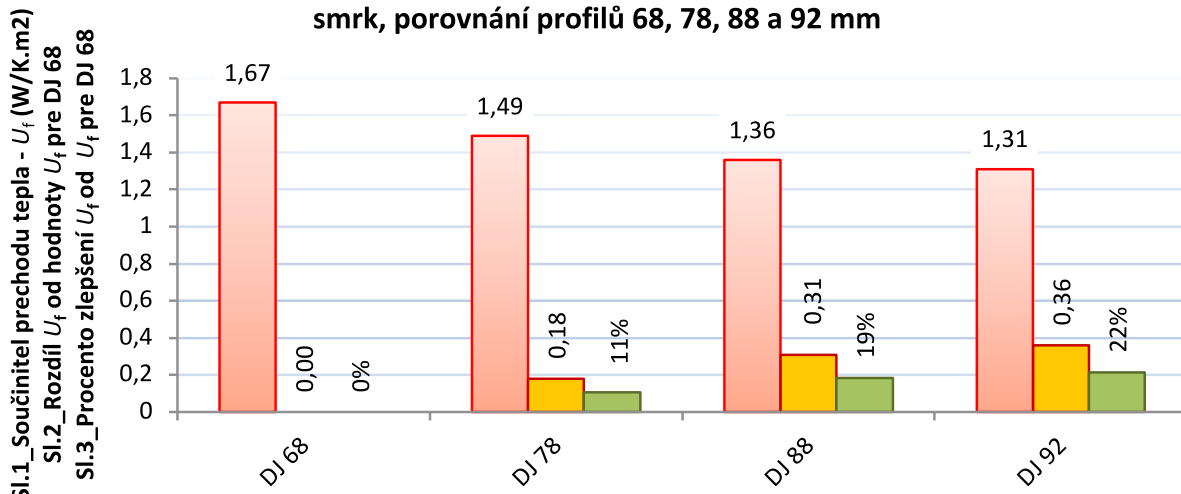
C1A – (DJ) Vliv konstrukce profilů rámců oken skupiny J1_DJ na hodnotu U_f .

Přehled výsledků hodnoty U_f profilů rámců oken (sloupec č. 4) skupiny J1_DJ a vliv změny tloušťky profilů na hodnotu U_f (sloupec č. 6) jsou uvedeny v tabulce 5.3.4.1.1 a grafu 5.3.4.1.1.

Tab. 5.3.4.1.1 Dřevěná okna jednoduchá – vliv konstrukce profilu na hodnotu U_f

Skupina profilů	Identifikace			Porovnání profilů ve skupině		
	P.č.	Označení profilu rámu	Tl. profilu [mm]	Hodnota U_f W/(m ² .K)	Rozdíl od hodnoty p.č. 1	Vliv tl. profilu na zlepšení U_f %
	1	2	3	4	5	6
J1_DJ	1. Dřevěná okna jednoduchá – moderní konstrukce					
	1	DJ 68	68	1,67	0,00	0%
	2	DJ 78	78	1,49	0,18	11%
	3	DJ 88	88	1,36	0,31	19%
	4	DJ 92	92	1,31	0,36	22%
Poznámka: DJ 68 je porovnávací profil.						

Skupina profilů J1_DJ – vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu – dřevina smrk, porovnání profilů 68, 78, 88 a 92 mm



Typ profilu v skupině J1_DJ – 68, 78, 88, 92 mm

Graf 5.3.4.1.1 Dřevěná okna jednoduchá – vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu

C1Av-DJ vyhodnocení: vliv konstrukce tloušťky profilu rámu DJ oken na U_f hodnotu

Z tabulky a grafu pro typy profilů ve skupině J1_DJ – 68, 78, 88, 92 mm vyplývá:

- zvyšováním tloušťky při zachování stejného profilu rámu z 68 mm na 78, 88 a 92 mm se významně (více než 5 %) zlepšuje (snižuje) U_f hodnota rámu, vzhledem ke srovnávacímu profilu to činí 11 % pro tl. 78 mm, 19 % pro tl. 88 mm a 22 % pro tl. 92 mm.
- zlepšení (snížení) U_f hodnoty rámu zlepšuje U_w hodnotu okna a spolu s typem zasklení se podílejí dosažení splnění současných požadavků (tl. 92 mm) – vyhodnocení C1BC-DJ.

C1BC-DJ) Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu a splnění požadované $U_{w,N}$

V Tab. 5.3.4.1.2 je uveden vliv celé konstrukce (sl. 2) dřevěných jednoduchých oken (DJ) na U_w – hodnotu (sl. 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na $U_{w,N}$ – hodnotu dle ČSN a ČSN 73 0540- 2 (sl. 7, 8, 9).

Tab. 5.3.4.1.2: Vliv konstrukce dřevěných jednoduchých oken (DJ) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna ve skupině DJ			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	TL rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,85	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DJ okno – tloušťka profilu rámu 68 mm, izolační dvojsklo (D)								
1A	DJ 68_DAr 1,13	68	1,38	-0,53	-62%	Ne	Ne	Ne
1B	DJ 68_DAr 1,07	68	1,34	-0,49	-58%	Ne	Ne	Ne
1C	DJ 68_DAir 1,41	68	1,57	-0,72	-85%	Ne	Ne	Ne
DJ okno – tloušťka profilu rámu 68 mm, izolační trojsklo (T)								
2A	DJ 68_TAr 0,70	68	1,10	-0,25	-29%	Ne	Ano	Ne
2B	DJ 68_TKr 0,58	68	1,03	-0,18	-21%	Ne	Ano	Ne
2C	DJ 68_TAir 0,96	68	1,27	-0,42	-50%	Ne	Ne	Ne
DJ okno – tloušťka profilu rámu 78 mm, izolační trojsklo (T)								
3A	DJ 78_TAr 0,70	78	1,04	-0,19	-22%	Ne	Ano	Ne
3B	DJ 78_TKr 0,56	78	0,97	-0,12	-14%	Ne	Ano	Ne
3C	DJ 78_TKr 0,50	78	0,91	-0,06	-7%	Ne	Ano	Ne
3D	DJ 78_TAir 0,94	78	1,20	-0,35	-41%	Ne	Ano	Ne
DJ okno – tloušťka profilu rámu 88 mm, izolační trojsklo (T)								
4A	DJ 88_TAr 0,70	88	0,99	-0,14	-17%	Ne	Ano	Ne
4B	DJ 88_TKr 0,58	88	0,92	-0,07	-8%	Ne	Ano	Ne
4C	DJ 88_TKr 0,50	88	0,87	-0,02	-2%	Ne	Ano	Ne
4D	DJ 88_TXe 0,46	88	0,83	0,02	2%	Ano	Ano	Ne
4E	DJ 88_TAir 0,91	88	1,14	-0,29	-34%	Ne	Ano	Ne
DJ okno – tloušťka profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T)								
5A	DJ 92_TAr 0,70	92	0,98	-0,13	-15%	Ne	Ano	Ne
5B	DJ 92_TKr 0,58	92	0,90	-0,05	-6%	Ne	Ano	Ne
5C	DJ 92_TKr 0,50	92	0,85	0,00	0%	Ano	Ano	Ne
5D	DJ 92_TAir 0,94	92	1,14	-0,29	-34%	Ne	Ano	Ne
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna ve skupině DJ oken je konstrukce DJ 92_TKr.								část 1/1
Důvod: nejbližší konstrukce okna vyhovující požadavků $U_{w,N} = 0,85$ s výplní Kr.								

C1Bv - DJ Vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na hodnotu U_w ve skupině DJ oken byla vybrána referenční konstrukce DJ 92_T.Kr (řádek č. 5C). Důvodem je, že tato konstrukce je nejbližší variantou splňující požadavek $U_{w,N} = 0,85$.

Od referenční konstrukce DJ 92_T.Kr byl porovnán vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DJ na hodnotu U_w , přičemž tento vliv je vyjádřen procentuálně ve sloupci č. 6:

- **Zhoršení (zvýšení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna:** vyjádřeno zápornou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6. Například konstrukce DJ 68_D.Ar 1,13 (ř. č. 1A) má hodnotu o 62 % horší než referenční konstrukce splňující $U_{w,N} = 0,85$. V případě úniku plynu Kr ze zasklení se U_w zhorší (zvýší) na 1,14, což znamená, že okno již nesplňuje požadavek $U_{w,N}$ normy STN (ř. 5D, sl. 7), avšak splňuje požadavek normy ČSN (ř. 5D, sl. 8).
- **Zlepšení (snížení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna:** vyjádřeno kladnou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6. Například konstrukce DJ 88_T.Xe 0,46 (ř. č. 4D) má hodnotu o 2 % lepší než referenční konstrukce splňující $U_{w,N} = 0,85$. Je však třeba poznamenat, že xenon použitý v zasklení je dražší než argon, a při jeho úniku zasklení dojde k výraznému zhoršení hodnoty U_w , jak dokládá ř. č. 4E, sl. 4: $U_w = 1,14$ při Air v zasklení. Takové okno pak nesplňuje požadavek $U_{w,N}$ normy STN (ř. 4E, sl. 7), avšak splňuje požadavek normy ČSN (ř. 4E, sl. 8).
- **Konstrukce DJ oken s tloušťkou profilů 68 a 78 mm s příslušnými zaskleními nedokážou splnit požadavek $U_{w,N}$ normy STN, avšak splňují požadavek $U_{w,N}$ normy ČSN (kromě okna v ř. 2C).**

C1Cv - DJ Vyhodnocení: Splnění hodnoty $U_{w,N}$ konstrukcemi oken

a) Splnění současných požadavků $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DJ je uvedeno podle STN 73 0540-2 ve sloupci č. 7 a podle ČSN 73 0540-2 ve sloupci č. 8. Například současné požadavky splňují konstrukce DJ 92_T.Kr 0,50 a DJ 88_T.Xe 0,46. ČSN má vyšší hodnotu $U_{w,N}$, což umožňuje, aby více konstrukcí bylo v praxi vyhovujících.

b) Splnění doporučené (nadčasové) hodnoty podle STN a ČSN je uvedeno ve sloupci č. 9. Nadčasovou hodnotu však v dané skupině nesplňuje žádná konstrukce okna.

5.3.4.2 Dřevohliníková jednoduchá okna moderní konstrukce (DH) – 88 a 92 mm

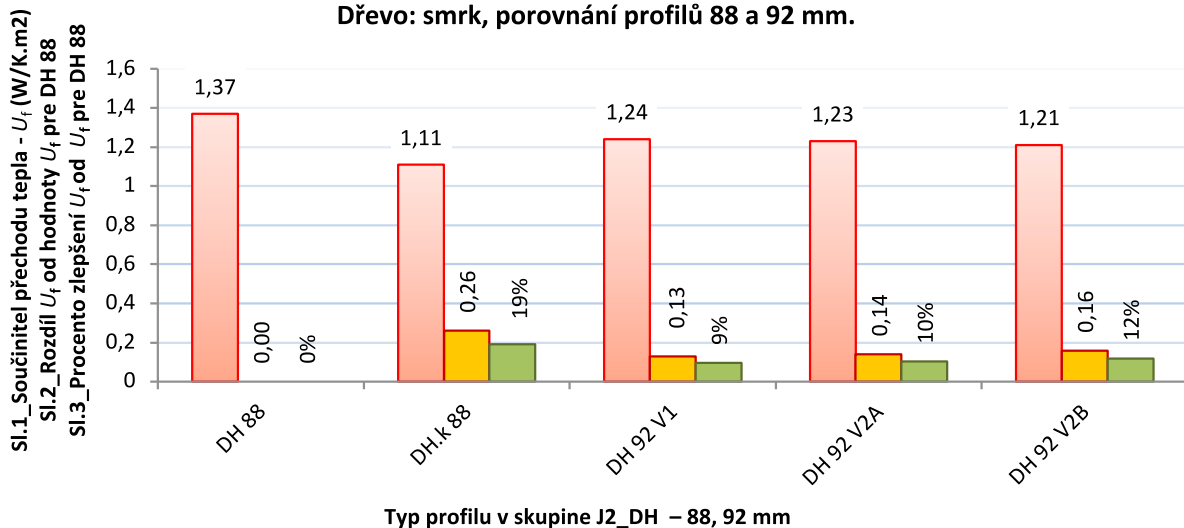
C1A – (DH) Vliv konstrukce profilů rámců oken skupiny J2_DH na U_f – hodnotu

Přehled výsledků U_f hodnoty profilů rámců oken (sl. č. 4) skupiny J2_DH a vliv změny tloušťky profilů na U_f hodnotu (sl. č. 6) jsou uvedeny v tab. 5.3.4.2.1 a grafu 5.3.4.2.1

Tab. 5.3.4.2.1 Dřevohliníková okna jednoduchá – vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu

Skupina profilů	Identifikace				Porovnání profilů v skupině	
	P.č.	Označení profilu rámu	Tl. rámu [mm]	Hodnota U_f W/(m².K)	Rozdíl od hodnoty p.č. 1	Vliv profilu na zlepšení U_f %
	1	2	3	4	5	6
J2_DH	2. Dřevohliníková okna jednoduchá – moderní konstrukce					
	1	DH 88	88	1,37	0,00	0%
	2	DH.k 88	88	1,11	0,26	19%
	3	DH 92 V1	92	1,24	0,13	9%
	4	DH 92 V2A	92	1,23	0,14	10%
	5	DH 92 V2B	92	1,21	0,16	12%
Poznámka: DH 88 je porovnávací profil.						

Skupina profilů J2_DH – vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu
Dřevo: smrk, porovnání profilů 88 a 92 mm.



Graf 5.3.4.2.1 Dřevohliníková okna jednoduchá – Vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu

C1Av-DH vyhodnocení: Vliv konstrukce tloušťky profilu rámu DH oken na U_f hodnotu

Z tabulky a grafu pro typy profilů ve skupině J2_DH – 88, 92 mm vyplývá:

- Zvyšováním tloušťky, ale i úpravou profilu rámu z 88 mm na 92 mm se významně (více než o 5 %) zlepšuje (snižuje) U_f hodnota rámu, a vzhledem k porovnávanému profilu to činí: 19 % pro DH.k 88 mm, 9 % pro DH 92 mm. Pro DH 92 V2B je nárůst 12 % a způsobuje to i zasklívací páska v detailu zasklení. U DH 92 V2A páska není použita.
- Z hlediska zlepšení (snížení) U_f hodnoty rámu a zlepšení U_w hodnoty okna, a spolu s typem zasklení pro splnění současných požadavků podle STN je vhodnější tloušťka 92 mm, pro požadavky ČSN je vhodná i tloušťka 88 mm – vyhodnocení C1BC-DH.

C1BC-DH) Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu a splnění požadované $U_{w,N}$

V tab. 5.4.3.2.2 je uveden vliv celé konstrukce (sloupec 2) dřevohliníkových oken (DH) na U_w hodnotu (sloupec 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na $U_{w,N}$ hodnotu podle STN a ČSN 73 0540-2 (sloupce 7, 8, 9).

Tab. 5.3.4.2.2 Vliv konstrukce dřevohliníkových jednoduchých oken (DH) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna ve skupině DH			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	TL rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,85	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DH okno – tloušťka profilu rámu 88 mm, izolační trojsklo (T)								
1A	DH 88_T.Ar_0,60	88	0,94	-0,09	-11%	Ne	Ano	Ne
1B	DH 88_D.VG_0,60	88	1,02	-0,17	-20%	Ne	Ano	Ne
1C	DH 88_T.Kr_0,50	88	0,88	-0,03	-4%	Ne	Ano	Ne
1D	DH 88_T.Xe_0,45	88	0,84	0,01	1%	Ano	Ano	Ne
1E	DH 88_T.Air_0,75	88	1,04	-0,19	-22%	Ne	Ano	Ne
DH.k okno – hr. profilu 92 mm s Al kapotáží, izolační trojsklo (T)								
2A	DH.k_92_T.Ar_0,60	92	0,85	0,00	0%	Ano	Ano	Ne
2B	DH.k_92_T.Kr_0,49	92	0,77	0,07	9%	Ano	Ano	Ne
2C	DH.k_92_T.Air_0,70	92	0,91	-0,06	-8%	Ne	Ano	Ne
DH okno – tloušťka profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T)								
3A	DH 92 V1_T.Ar V1_0,68	92	0,94	-0,09	-11%	Ne	Ano	Ne
3B	DH 92 V1_T. Air V1_0,83	92	1,04	-0,19	-23%	Ne	Ano	Ne
3C	DH 92 V1_T.Ar V2_0,60	92	0,89	-0,05	-5%	Ne	Ano	Ne
3D	DH 92 V1_T.Air V2_0,76	92	1,00	-0,15	-18%	Ne	Ano	Ne
3E	DH 92 V1_T.Kr_0,49	92	0,82	0,03	3%	Ano	Ano	Ne
3F	DH 92 V1_T.Air V3_0,70	92	0,96	-0,11	-13%	Ne	Ano	Ne
DH okno – tloušťka profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T)								
4A	DH 92 V2A_T.Ar_0,68	92	0,94	-0,09	-10%	Ne	Ano	Ne
4B	DH 92 V2A_T.Air_V1_0,83	92	1,03	-0,19	-22%	Ne	Ano	Ne
4C	DH 92 V2A_T.Ar_0,60	92	0,89	-0,04	-5%	Ne	Ano	Ne
4D	DH 92 V2A_T.Air_V2_0,76	92	0,99	-0,14	-17%	Ne	Ano	Ne
4E	DH 92 V2A_T.Kr_0,49	92	0,81	0,04	4%	Ano	Ano	Ne
4F	DH 92 V2A_T.Air_V3_0,70	92	0,95	-0,10	-12%	Ne	Ano	Ne
DH okno – tloušťka profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T)								
5A	DH 92 V2B_T.Ar_0,68	92	0,93	-0,08	-10%	Ne	Ano	Ne
5B	DH 92 V2B_T.Air_V1_0,83	92	1,03	-0,18	-21%	Ne	Ano	Ne
5C	DH 92 V2B_T.Ar_0,60	92	0,88	-0,04	-4%	Ne	Ano	Ne
5D	DH 92 V2B_T.Air_V2_0,76	92	0,99	-0,14	-16%	Ne	Ano	Ne
5E	DH 92 V2B_T.Kr_0,49	92	0,81	0,04	5%	Ano	Ano	Ne
5F	DH 92 V2B_T.Air_V3_0,70	92	0,95	-0,10	-12%	Ne	Ano	Ne
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna ve skupině DH oken je konstrukcí DH 92_T.Ar.								
Důvod: nejbližší konstrukci okna vyhovující požadavků $U_{w,N} = 0,85$ s výplní v zasklení Ar.								

část 1/1

C1Bv-DH vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na U_w hodnotu ve skupině DH oken je vybrána referenční konstrukce DH.k 92_T.Ar (řádek č. 2A). Důvodem je, že se jedná o nejbližší konstrukci okna vyhovující požadavku $U_{w,N} = 0,85$. Od referenční konstrukce DH.k 92_T.Ar je porovnáván vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DH oken na U_w hodnotu, vyjádřený procentuálně ve sloupci č. 6, z čehož vyplývá:

- Zhoršení (zvýšení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno zápornou hodnotou procentuálního vyjádření ve sloupci č. 6, např. konstrukce DH 88_D.VG_0,60 s vakuovým zasklením (řádek č. 1B) je o 20 % horší než referenční konstrukce, která splňuje $U_{w,N} = 0,85$.
- Zlepšení (snížení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno kladnou hodnotou procentuálního vyjádření ve sloupci č. 6, např. konstrukce DH 88_T.Xe_0,45 (řádek č. 1D) je o 1 % lepší než referenční konstrukce, která splňuje $U_{w,N} = 0,85$.

C1Cv-DH vyhodnocení: Splnění $U_{w,N}$ hodnoty konstrukcemi oken

a) Splnění současné požadavky $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DH je uvedeno podle STN 73 045-2 ve sloupci č. 7, podle ČSN 73 045-2 ve sloupci č. 8:

- Pro splnění požadavků podle STN je vhodnější tloušťka 92 mm a zasklení s $U_g = 0,5$.
- Pro požadavky ČSN jsou vhodné všechny druhy konstrukcí.
- Např. současné požadavky STN splňují konstrukce DH 88_T.Xe_0,45, DH.k 92_T.Ar_0,60, DH 92 V1_T.Kr_0,49 a jiné. ČSN má vyšší $U_{w,N}$ hodnotu, proto všechny konstrukce jsou vyhovující v praxi, včetně při zhoršených zaskleních s výplní Air.

b) Splnění doporučené hodnoty (nadčasové) podle STN a ČSN je v sloupci č. 9. Nadčasovou hodnotu v dané skupině nesplňuje žádná konstrukce okna.

5.3.4.3 Dřevěná jednoduchá okna speciální – bez rámu křídla (DJ.s_bRK)

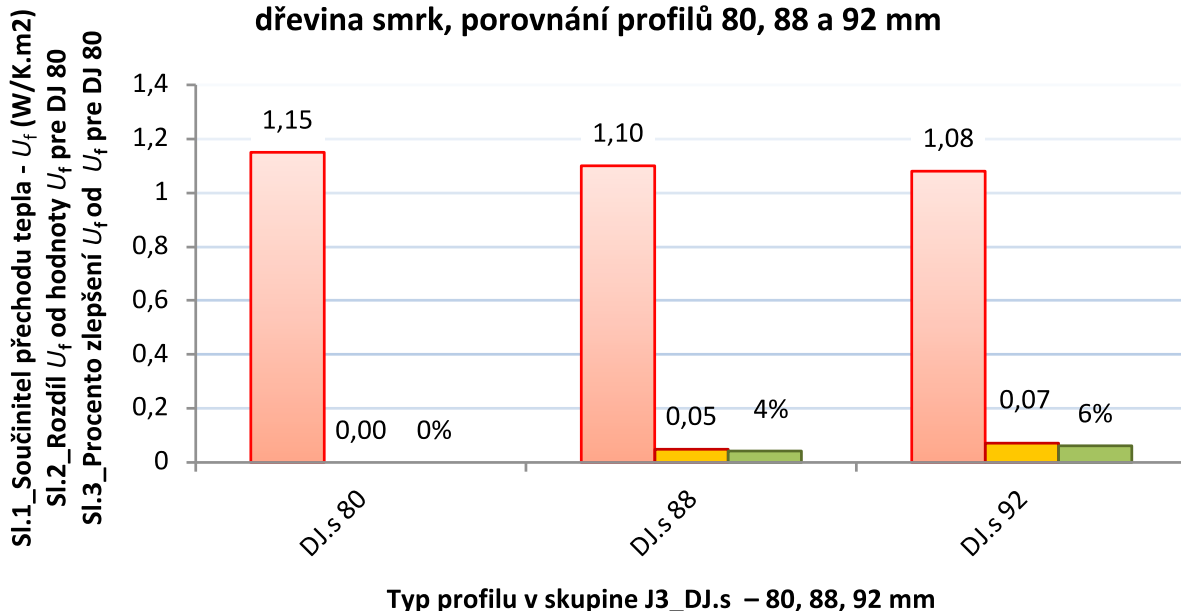
C1A-DJs Vliv konstrukce profilů rámu oken skupiny J3_DJs na U_f hodnotu

Přehled výsledků U_f hodnoty profilů rámu oken (sloupec č. 4) skupiny J3_DJs a vliv změny tloušťky profilů na U_f hodnotu (sloupec č. 6) jsou uvedeny v tab. 5.3.4.3.1 a grafu 5.3.4.3.1

Tab. 5.3.4.3.1 Dřevěná jednoduchá okna speciální – Vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu

Skupina profilů	Identifikace				Porovnání profilů v skupině	
	P.č.	Označení profilu rámu	Tl. rámu [mm]	Hodnota U_f W/(m ² .K)	Rozdíl od hodnoty p.č. 1	Vliv profilu na zlepšení U_f %
	1	2	3	4	5	6
J3_DJs	3. Dřevěná okna jednoduchá speciální					
	1	DJs 80	80	1,15	0,00	0%
	2	DJs 88	88	1,10	0,05	4%
	3	DJs 92	92	1,08	0,07	6%
Poznámka: DJs 80 je porovnávací profil.						

Skupina profilů J3_DJ.s – vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu - dřevina smrk, porovnání profilů 80, 88 a 92 mm



Graf 5.3.4.3.1 Dřevěná jednoduchá okna speciální – Vliv konstrukce profilu na hodnotu U_f

C1Av-DJ.s vyhodnocení: Vliv konstrukce tloušťky profilu rámu DJ.s oken na hodnotu U_f

Z tabulky a grafu pro typy profilů ve skupině J3_DJ.s – 80, 88, 92 mm vyplývá:

- Zvýšením tloušťky při zachování stejného profilu rámu z 80 mm na 88 mm a 92 mm se na hranici významnosti (5 %) zlepšuje (snižuje) hodnota U_f rámu, a vzhledem k porovnávanému profilu to činí:
 - 4 % pro tloušťku 88 mm,
 - 6 % pro tloušťku 92 mm.
- Zlepšení (snížení) hodnoty U_f rámu zlepšuje hodnotu U_w okna a spolu s typem zasklení zajišťují dosažení splnění současných požadavků – viz vyhodnocení C1BC-DJ.s.

C1BC-DJ.s vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w a splnění požadované hodnoty $U_{w,N}$
V tabulce 5.4.3.6 je uveden vliv celé konstrukce (sloupec 2) jednoduchých oken bez rámu (DJ.s_bRK) na hodnotu U_w (sloupec 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na hodnotu $U_{w,N}$ podle STN a ČSN 73 0540-2 (sloupce 7, 8, 9).

Tabulka 5.3.4.3.2 Vliv konstrukce jednoduchých oken bez rámu (DJ.s_bRK) na hodnotu U_w a splnění hodnoty $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna v skupině DH			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	Tl.r. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m ² .K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,85	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DJ okno speciální – tl. profilu rámu 80 mm, izolační trojsklo (T)								
1A	DJ.s_bRK 80_T.Ar_0,58	80	0,85	0,00	0%	Ano	Ano	Ne
1B	DJ.s_bRK 80_T.Kr_0,49	80	0,79	0,06	7%	Ano	Ano	Ne
1C	DJ.s_bRK 80_T.Air_0,71	80	0,93	-0,08	-10%	Ne	Ano	Ne
DJ okno speciální – tl. profilu rámu 88 mm, izolační trojsklo (T)								
2A	DJ.s_bRK 88_T.Ar_0,58	88	0,83	0,02	2%	Ano	Ano	Ne
2B	DJ.s_bRK 88_T.Kr_0,49	88	0,77	0,08	9%	Ano	Ano	Ne
2C	DJ.s_bRK 88_T.Air_0,71	88	0,91	-0,07	-8%	Ne	Ano	Ne
DJ okno speciální – tl. profilu rámu 92 mm, izolační trojsklo (T)								
3A	DJ.s_bRK 92_T.Ar_0,58	92	0,83	0,02	3%	Ano	Ano	Ne
3B	DJ.s_bRK 92_T.Kr_0,49	92	0,77	0,08	10%	Ano	Ano	Ne
3C	DJ.s_bRK 92_T.Air_0,71	92	0,91	-0,06	-7%	Ne	Ano	Ne
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna ve skupině DJ.s_bRK oken je konstrukce DJ.s_bRK 80.								část 1/1
Důvod: nejbližší konstrukce okna vyhovující požadavků $U_{w,N} = 0,85$ s výplní v zasklení Ar.								

C1Bv - DJ Vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na hodnotu U_w ve skupině DJ oken byla vybrána referenční konstrukce DJ 92_T.Kr (řádek č. 5C). Důvodem je, že tato konstrukce je nejbližší variantou splňující požadavek $U_{w,N} = 0,85$.

Od referenční konstrukce DJ 92_T.Kr byl porovnán vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DJ na hodnotu U_w , přičemž tento vliv je vyjádřen procentuálně ve sloupci č. 6:

- Zhoršení (zvýšení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno zápornou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6. Například konstrukce DJ 68_D.Ar 1,13 (ř. č. 1A) má hodnotu o 62 % horší než referenční konstrukce splňující $U_{w,N} = 0,85$. V případě úniku plynu Kr ze zasklení se U_w zhorší (zvýší) na 1,14, což znamená, že okno již nesplňuje požadavek $U_{w,N}$ normy STN (ř. 5D, sl. 7), avšak splňuje požadavek normy ČSN (ř. 5D, sl. 8).
- Zlepšení (snížení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno kladnou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6. Například konstrukce DJ 88_T.Xe 0,46 (ř. č. 4D) má hodnotu o 2 % lepší než referenční konstrukce splňující $U_{w,N} = 0,85$. Je však třeba poznamenat, že xenon použitý v zasklení je dražší než argon a při jeho úniku zasklení dojde k výraznému zhoršení hodnoty U_w jak dokládá ř. č. 4E, sl. 4: $U_w = 1,14$ při Air v zasklení. Takové okno pak nesplňuje požadavek $U_{w,N}$ normy STN (ř. 4E, sl. 7), avšak splňuje požadavek normy ČSN (ř. 4E, sl. 8).
- Konstrukce DJ oken s tloušťkou profilů 68 a 78 mm s příslušnými zaskleními nedokážou splnit požadavek $U_{w,N}$ normy STN, avšak splňují požadavek $U_{w,N}$ normy ČSN (kromě okna v ř. 2C).

C1Cv-DJ Vyhodnocení: Splnění hodnoty $U_{w,N}$ konstrukcemi oken

a) Splnění současných požadavků $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DJ je uvedeno podle STN 73 0540-2 ve sloupci č. 7 a podle ČSN 73 0540-2 ve sloupci č. 8. Například současné požadavky splňují konstrukce DJ 92_T.Kr 0,50 a DJ 88_T.Xe 0,46. ČSN má vyšší hodnotu $U_{w,N}$, což umožňuje, aby více konstrukcí bylo v praxi vyhovujících.

b) Splnění doporučené (nadčasové) hodnoty podle STN a ČSN je uvedeno ve sloupci č. 9. Nadčasovou hodnotu však v dané skupině nesplňuje žádná konstrukce okna.

5.4 DŘEVĚNÁ DVOJITÁ OKNA – VZORKY, ANALÝZA A VÝSLEDKY TTV

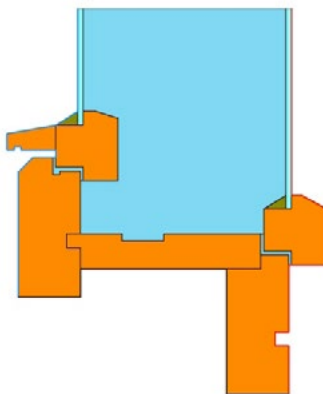
Dřevěná dvojitá okna představují konstrukci, která kombinuje tradiční materiály s moderními technologiemi, aby dosáhla optimálních tepelně technických vlastností (TTV). V rámci analýzy byly zkoumány vzorky těchto oken z hlediska součinitele prostupu tepla rámem (U_f) i celkového prostupu tepla oknem (U_w). Výsledky ukázaly, že správná volba konstrukčních prvků, jako je profil rámu, zasklení a těsnění, může výrazně ovlivnit energetickou účinnost a životnost oken. Tyto vlastnosti jsou klíčové pro splnění požadavků platných norem ČSN a STN a zároveň přispívají k hospodárnému provozu budov.

5.4.1 Dřevěná dvojitá okna – historická původní (DD.hP)

Dřevěná dvojitá okna historická původní (DD.hP) představují tradiční konstrukce, které byly navrženy s ohledem na dobové technické možnosti a estetické požadavky, přičemž často slouží jako vzor pro rekonstrukce historických budov.

a) Vzorky DD.hP oken – profily okenních rámu Ep 45 + Ip 45 mm

Pro analýzu U_w hodnoty DD.hP oken byly použité profily starší konstrukce okenních rámu tloušťky 45 + 45 mm, konstrukční tvorba je uvedena na obr. 5.4.1.1.



Obr. 5.4.1.1 Dřevěná dvojitá okna DD.hP – profil okenních rámu 45+45 mm

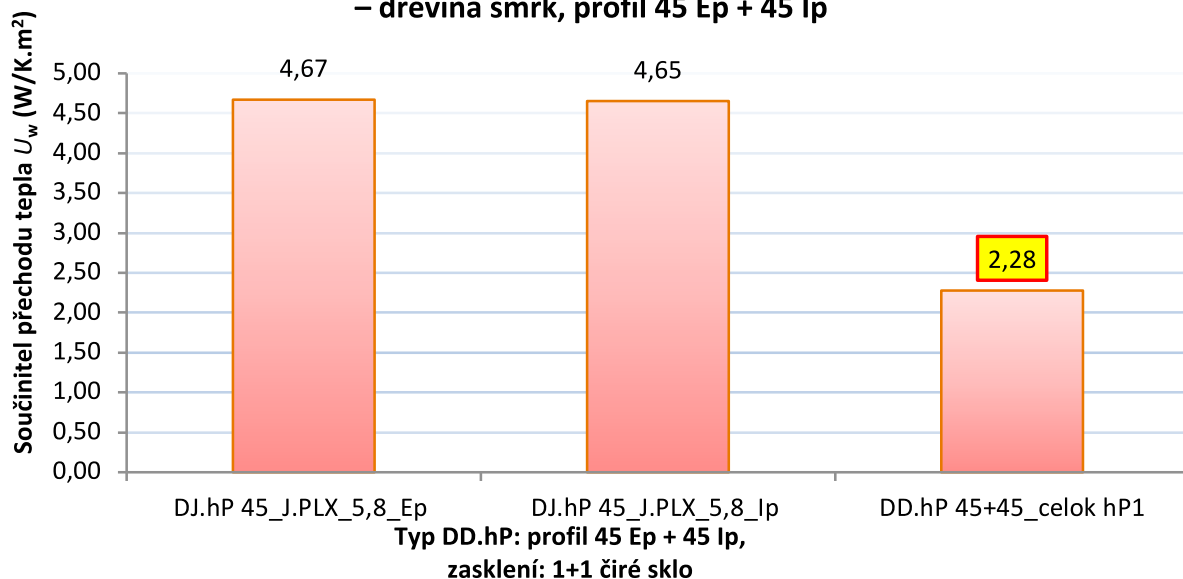
b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DD.hP oken

Výsledky U_w hodnoty DD.hP oken pro normově stanoven rozměr okna jsou uvedené v Tab. 5.4.1.1 a grafu 5.4.1.1.

Tab. 5.4.1.1: Dřevěná dvojitá okna – historická původní (DD.hP): konstrukce a U -hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m²]					W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD.hP okno historické původní – hr. profilu rámu 45+45 mm, zasklení jednoduché 1+1 sklo (J)											
1A	DJ.hP 45_J.PLX_5,8_Ep	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,33	4,67
1B	DJ.hP 45_J.PLX_5,8_Ip	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
1C	DD.hP 45+45_celek hP1	45+45									2,28

Dřevěná dvojitá okna historická původní – DD.hP – dřevina smrk, profil 45 Ep + 45 Ip



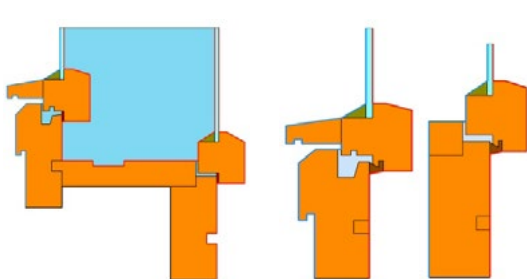
Graf 5.4.1.1 Dřevěná dvojitá okna – historická původní (DD.hP): konstrukce a U-hodnoty

5.4.2 Dřevěná dvojitá okna – historická renovovaná (DD.hR)

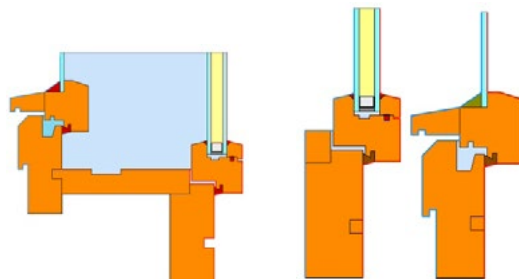
Dřevěná dvojitá okna historická renovovaná (DD.hR) jsou upravené původní konstrukce, které byly citlivě modernizovány tak, aby splňovaly současné požadavky na tepelně technické vlastnosti a zachovaly původní historický vzhled.

a) Vzorky DD.hR oken – profily okenních ráků Ep 45,52,55 + Ip 45,52,55 mm

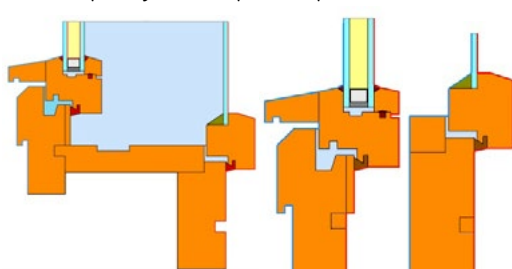
Pro analýzu hodnoty U_w u oken DD.hR byly použity profily starší konstrukce okenních ráků o tloušťce 45, 52, 55 mm. Konstrukční řešení je uvedeno na Obr. 5.4.2.1–5.4.2.5.



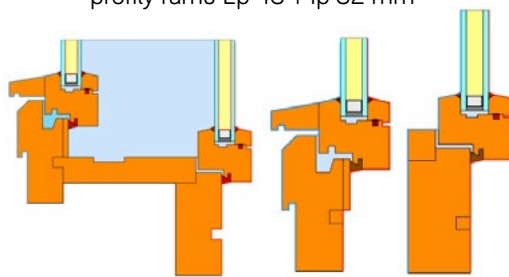
Obr. 5.4.2.1 Dřevěná dvojitá okna DD.hR1
– profily ráků Ep 45 + Ip 45 mm



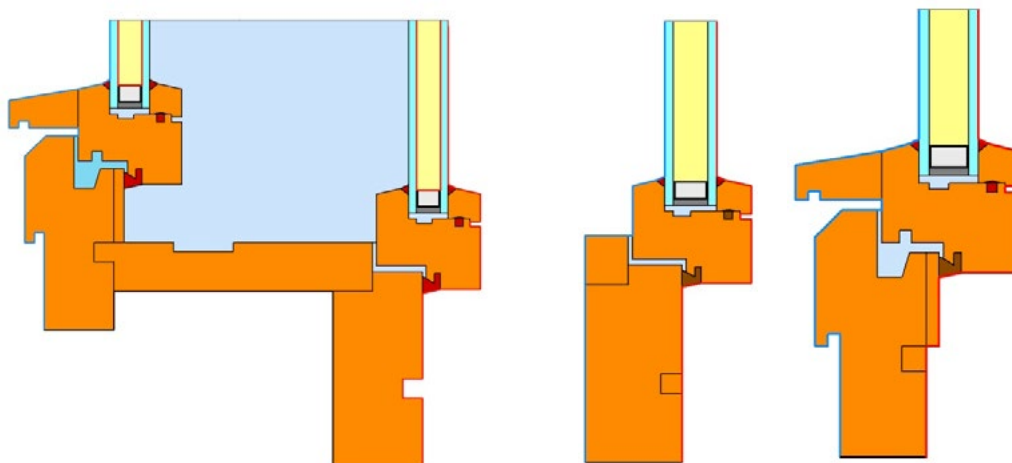
Obr. 5.4.2.2 Dřevěná dvojitá okna DD.hR2
– profily ráků Ep 45 + Ip 52 mm



Obr. 5.4.2.3 Dřevěná dvojitá okna DD.hR3
– profily ráků Ep 52 + Ip 45 mm



Obr. 5.4.2.4 Dřevěná dvojitá okna DD.hR4 – profily ráků
Ep 52 + Ip 52 mm



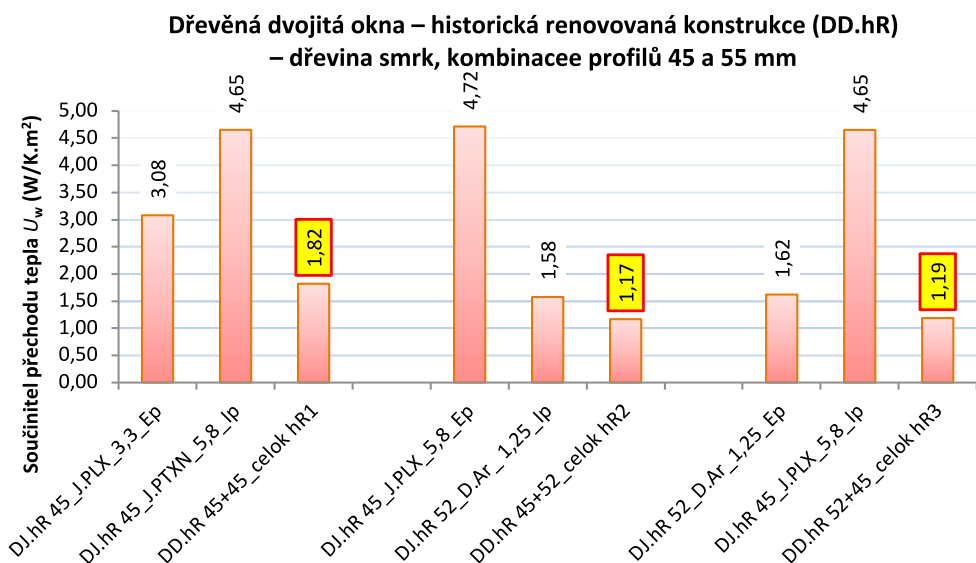
Obr. 5.4.2.5 DD.hR okno – profil okenního rámu tloušťky 55 + 55 mm

b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DD.hR oken

Výsledky U_w hodnoty DD.hR oken pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedené v Tab. 5.4.2.1 a grafu 5.4.2.1A a 5.4.2.1B.

Tab. 5.4.2.1: Dřevěná dvojitá okna – historická renovovaná (DDhR): konstrukce a U-hodnoty

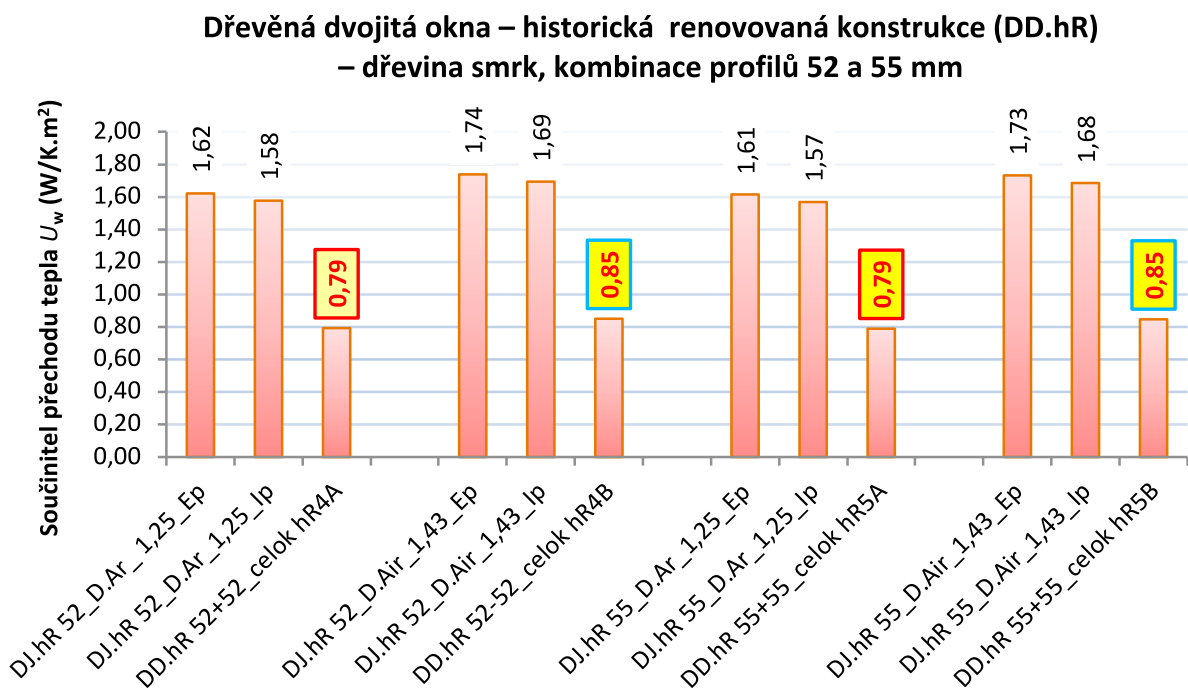
P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m²]					W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 45 + 45 mm, zasklení jednoduché 1+1 sklo (J)											
1A	DJ.hR 45_J.P LX_3,3_Ep	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	3,30	2,46	3,08
1B	DJ.hR 45_J.P TXN_5,8_lp	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
1C	DD.hR 45+45_celek hR1	45+45									1,82
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 45 + 52 mm, zasklení J+D											
2A	DJ.hR 45_J.P LX_5,8_Ep	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,46	4,72
2B	DJ.hR 52_D.Ar_125_lp	52	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,25	1,99	1,58
2C	DD.hR 45+52_celek hR2	45+52									
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 52 + 45 mm, zasklení D+J											
3A	DJ.hR 52_D.Ar_125_Ep	52	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,25	2,12	1,62
3B	DJ.hR 45_J.P LX_5,8_lp	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
3C	DD.hR 52+45_celek hR3	52+45									1,19
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 52 + 52 mm, zasklení D+D (Ar)											
4AA	DJ.hR 52_D.Ar_125_Ep	52	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,25	2,12	1,62
4AB	DJ.hR 52_D.Ar_125_lp	52	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,25	1,99	1,58
4AC	DD.hR 52+52_celek hR4A	52+52									0,79
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 52 + 52 mm, zasklení D+D (Air)											
4BA	DJ.hR 52_D.Air_143_Ep	52	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,43	2,12	1,74
4BB	DJ.hR 52_D.Air_143_lp	52	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,43	1,99	1,69
4BC	DD.hR 52-52_celek hR4B	52+52									0,85
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 55 + 55 mm, zasklení D+D (Ar)											
5AA	DJ.hR 55_D.Ar_125_Ep	55	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,25	2,10	1,61
5AB	DJ.hR 55_D.Ar_125_lp	55	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,25	1,96	1,57
5AC	DD.hR 55+55_celek hR5A	55+55									0,79
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 55 + 55 mm, zasklení D+D (Air)											
5BA	DJ.hR 55_D.Air_143_Ep	55	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,43	2,10	1,73
5BB	DJ.hR 55_D.Air_143_lp	55	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,43	1,96	1,68
5BC	DD.hR 55+55_celek hR5B	55+55									0,85



Typ DD.hR: 1_profil 45 Ep + 45 Ip, 2_profil 45 Ep + 52 Ip, 3_profil 52 hp + 45 Ip
zasklení: J – jednosklo, D – dvojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.2.1A Dřevěná dvojité okna – historická původní (DD.hR): konstrukce a U-hodnoty

Graf 5.4.2.1A Dřevěná dvojité okna – historická původní (DD.hR): konstrukce a U-hodnoty



Typ DD.hR: 4_profil 52 Ep + 52 Ip, 5_profil 55 Ep + 55 Ip,
zasklení: D – dvojsklo, výplň, Ug hodnota

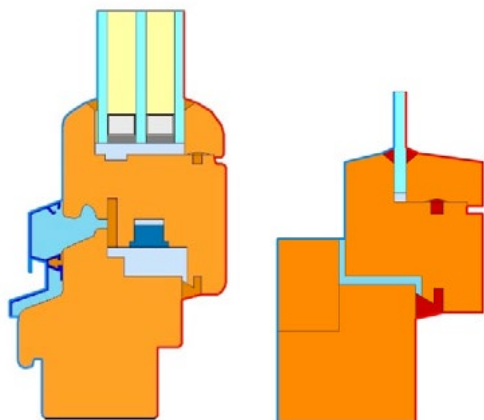
Graf 5.4.2.1B Dřevěná dvojité okna – historické původní (DD.hR): konstrukce a U-hodnoty

5.4.3 Dřevěná dvojitá okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK)

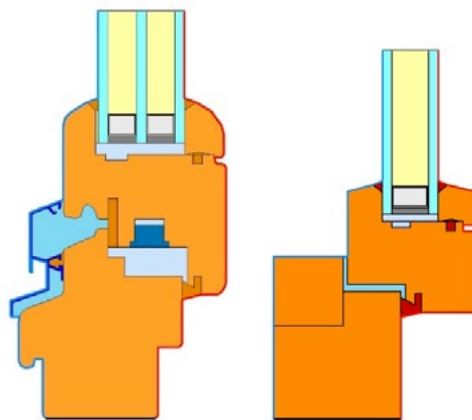
Dřevěná dvojitá okna v kombinaci moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK) představují spojení tradičního vzhledu s moderními tepelně technickými vlastnostmi. Tato okna jsou navržena tak, aby splňovala estetické požadavky historických budov a zároveň vyhovovala současným normám energetické úspornosti. Konstrukce kombinuje renovované prvky s moderními materiály, což zajišťuje dlouhou životnost, funkčnost a minimalizaci tepelných ztrát.

a) Vzorky DD.KmrK oken – profily okenních rámtů Ep 45, 52, 55 + Ip 45, 52, 55 mm

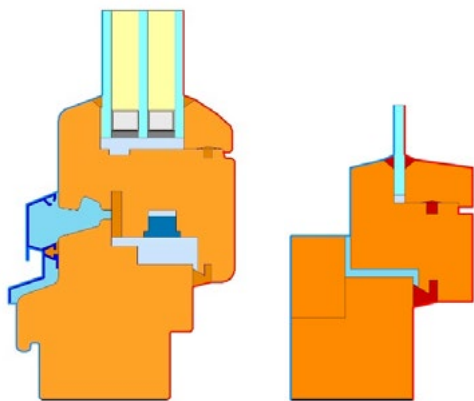
Pro analýzu hodnoty U_w oken DD.KmrK byly použity profily moderní a renovované konstrukce okenních rámtů o tloušťkách typu Ep 68, 78, 88, 92 mm. Konstruktivní řešení je uvedeno na Obr. 5.4.3.1–5.4.3.4.



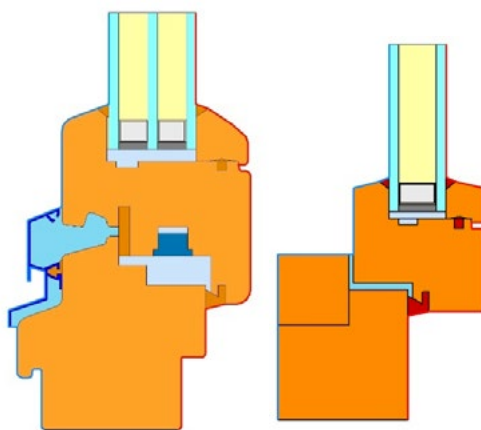
Obr. 5.4.3.1a Dřevěná dvojitá okna DD.KmrK – profily rámtů Ep 68 + Ip 45 mm



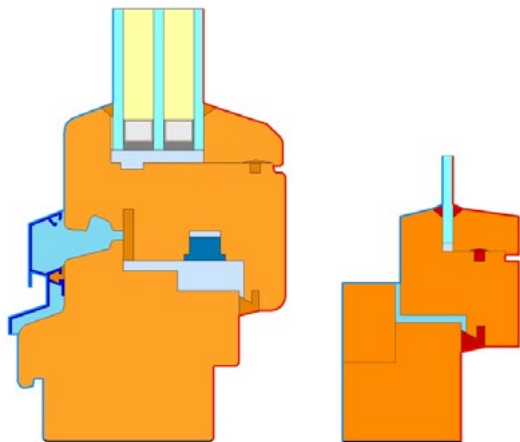
Obr. 5.4.3.1b Dřevěná dvojitá okna DD.KmrK – profily rámtů Ep 68 + Ip 55 mm



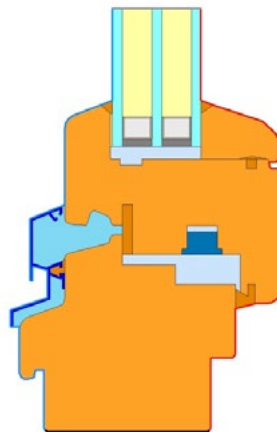
Obr. 5.4.3.2a Dřevěná dvojitá okna DD.KmrK – profily rámtů Ep 78 + Ip 45 mm



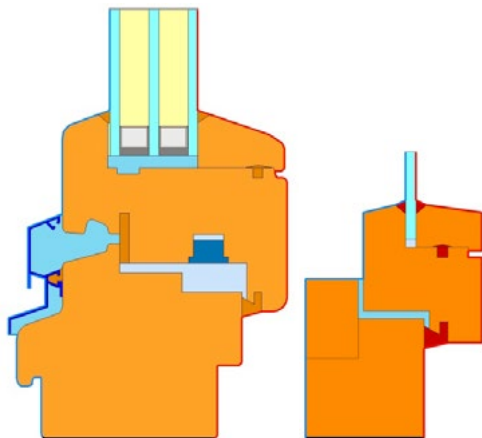
Obr. 5.4.3.2b Dřevěná dvojitá okna DD.KmrK – profily rámtů Ep 78 + Ip 55 mm



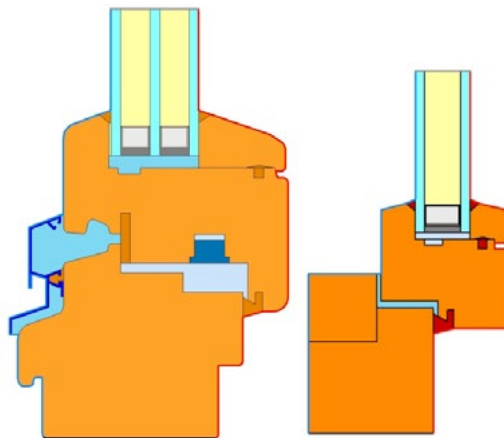
Obr. 5.4.3.3a Dřevěná dvojitá okna DD.KmrK – profily
rámů Ep 88 + Ip 45 mm



Obr. 5.4.3.3b Dřevěná dvojitá okna DD.KmrK – profily
rámů Ep 88 + Ip 55 mm



Obr. 5.4.3.4a Dřevěná dvojitá okna DD.KmrK – profily
rámů Ep 92 + Ip 45 mm



Obr. 5.4.3.4b Dřevěná dvojitá okna DD.KmrK –
profily rámů Ep 92 + Ip 55 mm

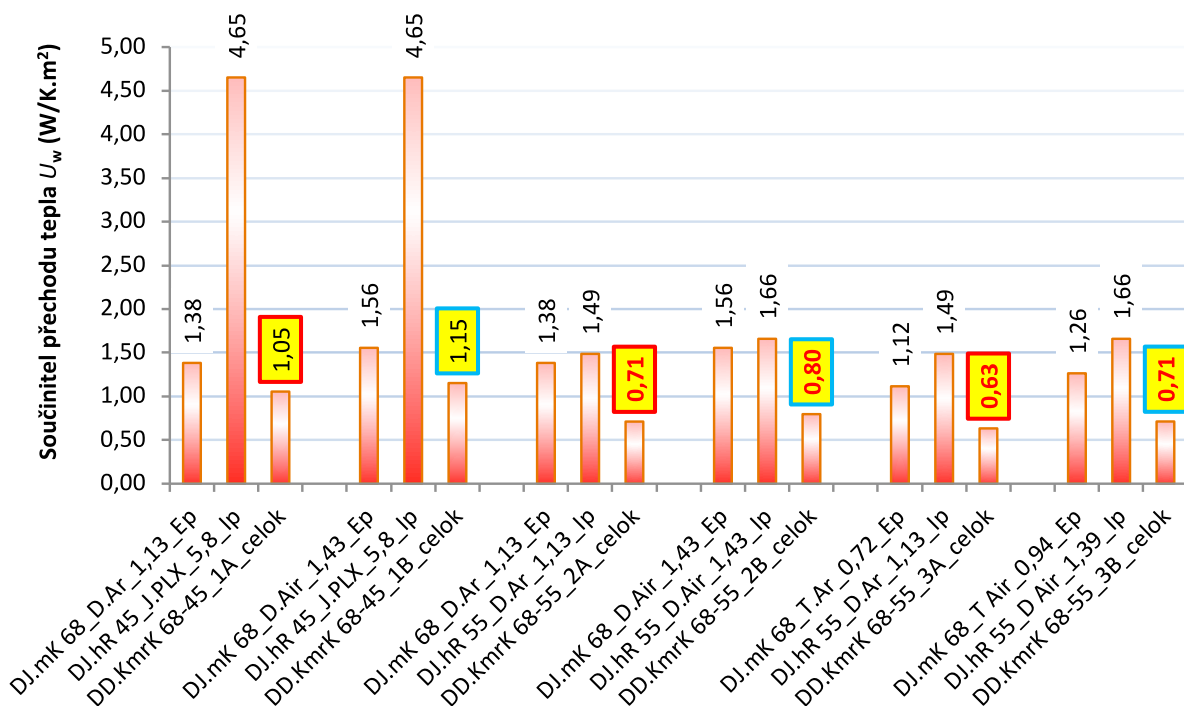
a) Analýza a výsledky hodnoty U_w oken DD.KmrK

Výsledky hodnoty U_w oken DD.KmrK pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedeny v Tab. 5.4.3.1a, 5.4.3.1b, 5.4.3.1c, 5.4.3.1d a v grafech 5.4.3.1A, 5.4.3.1B, 5.4.3.1C, 5.4.3.1D.

Tab. 5.4.3.1a: Dvojité dřevěná okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK): typ 68 Ep
a U-hodnoty.

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m²]					W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 45 mm, zasklení D+J (Ar): DD.KmrK_1A											
1AA	DJ.mK 68_D.Ar_1,13_Ep	68	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,13	1,67	1,38
1AB	DJ.hR 45_J.P LX_5,8_lp	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
1AC	DD.KmrK 68-45_1A_celek										1,05
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 45 mm, zasklení D+J (Air): DD.KmrK_1B											
1BA	DJ.mK 68_D.Air_1,43_Ep	68	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,39	1,67	1,56
1BB	DJ.hR 45_J.P LX_5,8_lp	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
1BC	DD.KmrK 68-45_1B_celek										1,15
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 55 mm, zasklení D+D (Ar): DD.KmrK_2A											
2AA	DJ.mK 68_D.Ar_1,13_Ep	68	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,13	1,67	1,38
2AB	DJ.hR 55_D.Ar_1,13_lp	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,13	1,96	1,49
2AC	DD.KmrK 68-55_2A_celek										0,71
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 55 mm, zasklení D+D (Air): DD.KmrK_2B											
2BA	DJ.mK 68_D.Air_1,43_Ep	68	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,39	1,67	1,56
2BB	DJ.hR 55_D.Air_1,43_lp	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,39	1,96	1,66
2BC	DD.KmrK 68-55_2B_celek										0,80
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 55 mm, zasklení T+D (Ar): DD.KmrK_3A											
3AA	DJ.mK 68_T.Ar_0,72_Ep	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,72	1,67	1,12
3AB	DJ.hR 55_D.Ar_1,13_lp	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,13	1,96	1,49
3AC	DD.KmrK 68-55_3A_celek										0,63
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 55 mm, zasklení T+D (Air): DD.KmrK_3B											
3BA	DJ.mK 68_T Air_0,94_Ep	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
3BB	DJ.hR 55_D Air_1,39_lp	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,39	1,96	1,66
3BC	DD.KmrK 68-55_3B_celek										0,71

DD okna: Kombinované moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK)
Dřevo smrkové, kombinace profilů.mk 68, hR 45, hR 55 mm



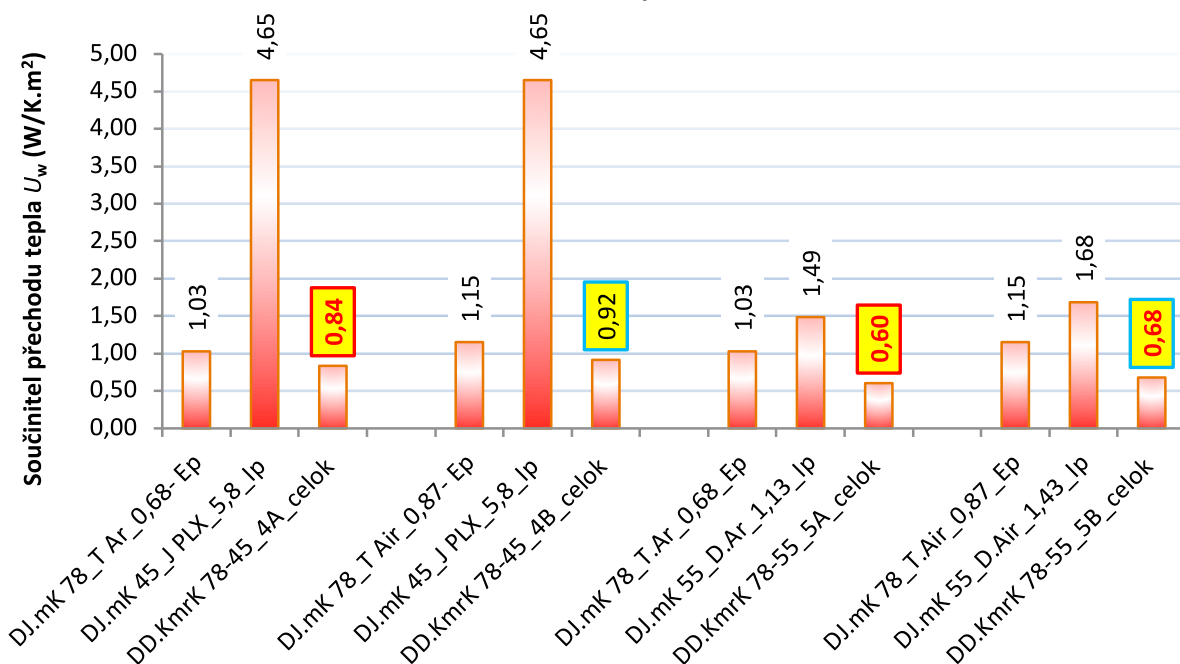
Typ DD.KmrK okna: 1_profil 68 Ep + 45 Ip, 2_profil 68 Ep + 55 Ip, 3_68 Ep + 55 Ip,
zasklení: J – jednosklo, D – izol. dvojsklo, T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.3.1A Dvojitá dřevěná okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK): typ 68 Ep a U -hodnoty

Tab. 5.4.3.1b: Dvojitá dřevěná okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK): typ 78 Ep a U -hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m ²]					W/(m ² .K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 45 mm, zasklení T+J (Ar): DD.KmrK_4A											
4AA	DJ.mk 78_T Ar_0,68- Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,49	1,03
4AB	DJ.mk 45_J PLX_5,8 Ip	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
4AC	DD.KmrK 78-45_4A_celek										0,84
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 45 mm, zasklení T+J (Air): DD.KmrK_4B											
4BA	DJ.mk 78_T Air_0,87- Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,49	1,15
4BB	DJ.mk 45_J PLX_5,8 Ip	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
4BC	DD.KmrK 78-45_4B_celek										0,92
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 55 mm, zasklení T+D (Ar): DDKmrK_5A											
5AA	DJ.mk 78_T.Ar_0,68_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,49	1,03
5AB	DJ.mk 55_D.Ar_1,13 Ip	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,13	1,96	1,49
5AC	DD.KmrK 78-55_5A_celek										0,60
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 55 mm, zasklení T+D (Air): DD.KmrK_5B											
5BA	DJ.mk 78_T.Air_0,87_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,49	1,15
5BB	DJ.mk 55_D.Air_1,43 Ip	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,43	1,96	1,68

DD Okna: kombinované moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK)
Dřevo smrkové, kombinace profilů.mk 78, hr 45, hr 55 mm



Typ DD.KmrK okna: 4_profil 78 Ep + 45 Ip, 5_profil 78 Ep + 55 Ip,
zasklení: J – jednosklo, D – izol. dvojsklo, T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.3.1B Dvojitá dřevěná okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK): typ 78 Ep a U-hodnoty

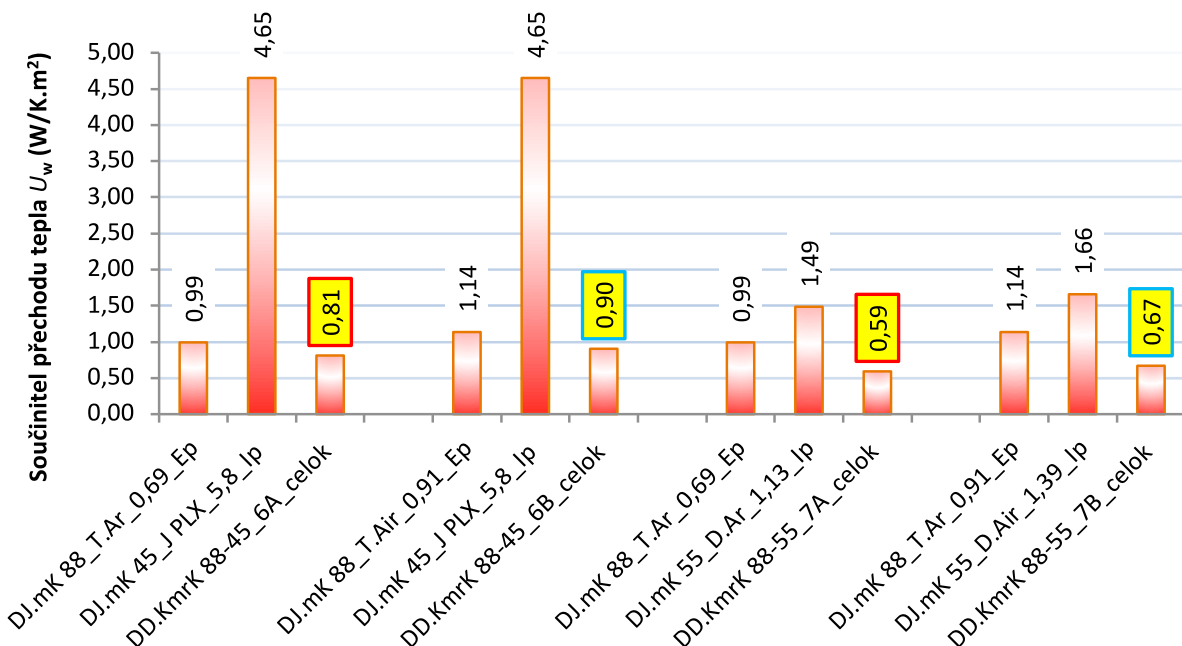
Tab. 5.4.3.1c: Dvojitá dřevěná okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK): typ 88 Ep a U-hodnoty

P.č.	Označení	TL rámu [mm]	TL zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m²]					W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 45 mm, zasklení T+J (Ar): DDKmrK_6A											
6AA	DJ.mk 88_T.Ar_0,69_Ep	88	36	1,82	1,20	0,62	4,4	0,029	0,70	1,36	0,99
6AB	DJ.mk 45_J_PLX_5,8_Ip	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
6AC	DDKmrK 88-45_6A_celek										0,81
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 45 mm, zasklení T+J (Air): DDKmrK_6B											
6BA	DJ.mk 88_T.Air_0,91_Ep	88	36	1,82	1,20	0,62	4,4	0,029	0,91	1,36	1,14
6BB	DJ.mk 45_J_PLX_5,8_Ip	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
6BC	DDKmrK 88-45_6B_celek										0,90
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 55 mm, zasklení T+D (Ar): DDKmrK_7A											
7AA	DJ.mk 88_T.Ar_0,69_Ep	88	36	1,82	1,20	0,62	4,4	0,029	0,70	1,36	0,99
7AB	DJ.mk 55_D.Ar_1,13_Ip	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,13	1,96	1,49
7AC	DDKmrK 88-55_7A_celek										0,59
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 55 mm, zasklení T+D (Ar): DDKmrK_7B											

7BA	DJ.mk 88_T.Ar_0,91_Ep	88	36	1,82	1,20	0,62	4,4	0,029	0,91	1,36	1,14
7BB	DJ.mk 55_D.Air_1,39_lp	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,39	1,96	1,66
7BC	DD.Kmrk 88-55_7B_celek										0,67

DD Okna: kombinované moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK)

Dřevo smrk, kombinace profilů. mk 88, hR 45, hR 55 mm



Typ DD.KmrK okna: 6_profil 88 Ep + 45 lp, 7_profil 88 Ep + 55 lp,
zasklení: J – jednosklo, D – izol. dvojsklo, T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.3.1C Dvojitá dřevěná okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK): typ 88 Ep a U-hodnoty

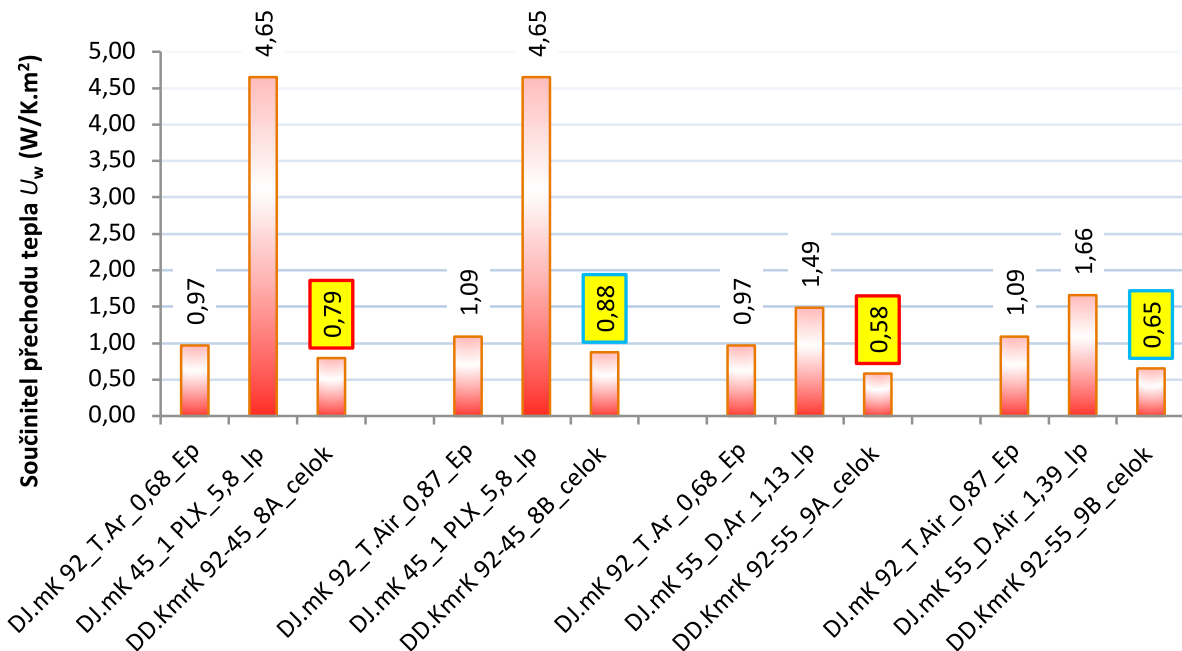
Tab. 5.4.3.1d: Dvojitá dřevěná okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK): typ 92 Ep a U-hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 45 mm, zasklení T+J (Ar): DD.KmrK_8A											
8AA	DJ.mK 92_T.Ar_0,68_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,31	0,97
8AB	DJ.mK 45_1 PLX_5,8_lp	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
8AC	DD.KmrK 92-45_8A_celek										0,79
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 45 mm, zasklení T+J (Air): DD.KmrK_8B											
8BA	DJ.mK 92_T.Air_0,87_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,31	1,09
8BB	DJ.mK 45_1 PLX_5,8_lp	45	4	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	5,80	2,28	4,65
8BC	DD.KmrK 92-45_8B_celek										0,88
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 55 mm, zasklení T+D (Ar): DD.KmrK_9A											
9AA	DJ.mK 92_T.Ar_0,68_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,31	0,97
9AB	DJ.mK 55_D.Ar_1,13_lp	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,13	1,96	1,49
9AC	DD.KmrK 92-55_9A_celek										0,58

DD okno – tl. profilu rámu 92 + 55 mm, zasklení T+D (Air): DD.KmrK_9B											
9BA	DJ.mK 92_T.Air_0,87_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,31	1,09
9BB	DJ.mK 55_D.Air_1,39_lp	55	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,39	1,96	1,66
9BC	DD.KmrK 92-55_9B_celk										0,65

DD Okna: kombinované moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK)

Dřevo smrk, kombinace profilů. mk 92, hR 45, hR 55 mm



Typ DD.KmrK okna: 8_profil 92 Ep + 45 lp, 9_profil 92 Ep + 55 lp,
zasklení: J – jednosklo, D – izol. dvojsklo, T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.3.1D Dvojitá dřevěná okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK): typ 92 Ep a U-hodnoty

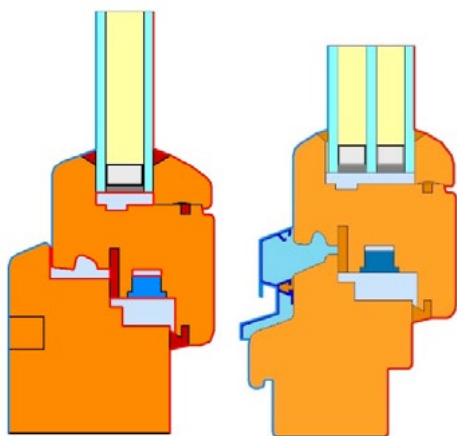
5.4.4 Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.MXmK)

Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.MXmK) představují kombinaci moderních materiálů a technologických řešení, které zajišťují vynikající tepelně izolační vlastnosti a dlouhou životnost. Tyto modely jsou navrženy s ohledem na současné normy a požadavky na energetickou efektivitu. Různé typy profilů okenních rámu, které jsou součástí těchto modelů, jsou doplněny pokročilými izolačními skly, čímž se zajišťuje výborná ochrana proti tepelným ztrátám a hluku. Konstrukce těchto oken je navržena tak, aby splňovala náročné požadavky na moderní bydlení, a zároveň poskytovala esteticky příjemný vzhled.

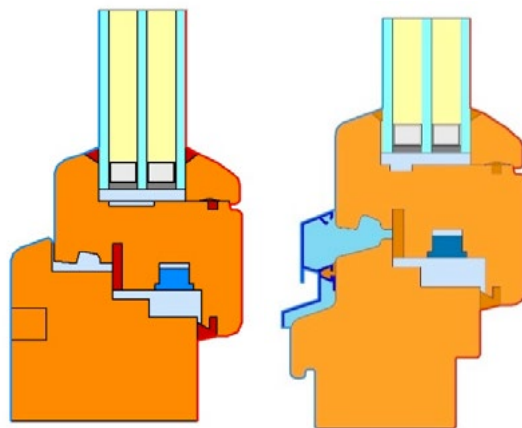
1. Modelové konstrukce 1 – stejné profily, různá zasklení: DD.M1mK

a) Vzorky DD.M1mK oken – profily okenních rámu Ep 68, 78, 88, 92 + lp 68, 78, 88, 92 mm

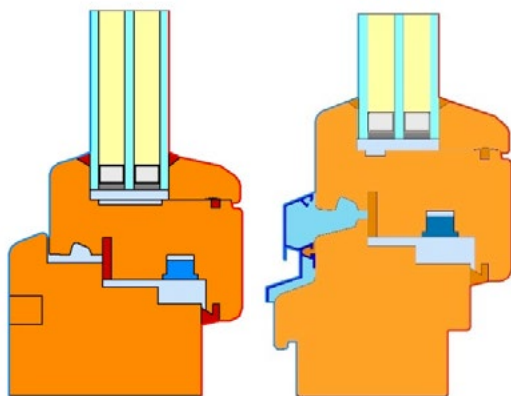
Pro analýzu U_w hodnoty oken DD.M1mK byly použity profily moderní konstrukce okenních rámu tloušťky typu Ep a lp 68, 78, 88, 92 mm, konstrukční tvorba je uvedena na Obr. 5.4.4.1–5.4.4.4.



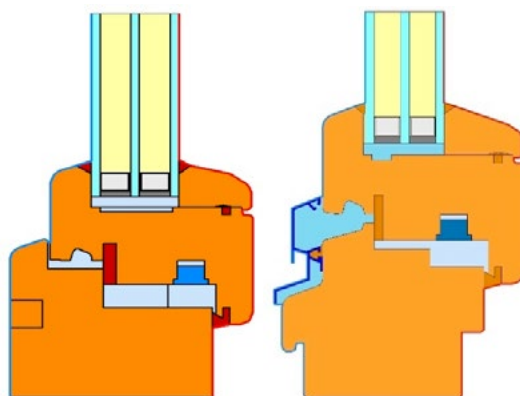
Obr. 5.4.4.1 Dřevěná dvojitá okna DD.M1mK – profily
rámů Ep 68 + Ip 68 mm



Obr. 5.4.4.2 Dřevěná dvojitá okna DD.M1mK – profily
rámů Ep 78 + Ip 78 mm



Obr. 5.4.4.3 Dřevěná dvojitá okna DD.M1mK – profily
rámů Ep 88 + Ip 88 mm



Obr. 5.4.4.4 Dřevěná dvojitá okna DD.M1mK – profily
rámů Ep 92 + Ip 92 mm

b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DD.M1mK oken

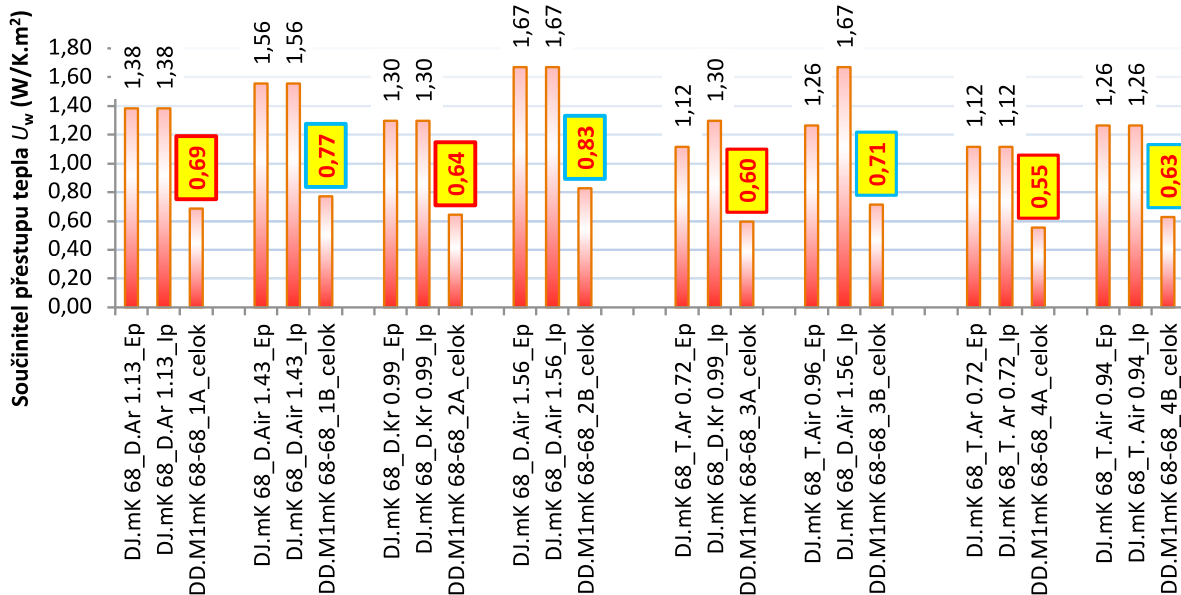
Výsledky U_w hodnoty DD.M1mK oken pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedeny v Tab. 5.4.4.1a, 5.4.4.1b a grafech 5.4.4.1A, 5.4.4.2B.

Tab. 5.4.4.1a: DD okna – modely moderní konstrukce (DDM1mK): stejné profily 68 lp + 68 Ep a U-hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m ²]					W/(m ² .K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení D+D (Ar): DDM1mK_1A											
1AA	DJ.mK 68_DAr 1.13_Ep	68	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,13	1,67	1,38
1AB	DJ.mK 68_DAr 1.13_lp	68	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,13	1,67	1,38
1AC	DDM1mK 68-68_1A_celek										0,69
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení D+D (Ar): DDM1mK_1B											
1BA	DJ.mK 68_DAir 1.43_Ep	68	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,39	1,67	1,56
1BB	DJ.mK 68_DAir 1.43_lp	68	24	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,39	1,67	1,56
1BC	DDM1mK 68-68_1B_celek										0,77
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení D+D (Kr): DDM1mK_2A											
2AA	DJ.mK 68_DKr 0.99_Ep	68	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,99	1,67	1,30
2AB	DJ.mK 68_DKr 0.99_lp	68	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,99	1,67	1,30
2AC	DDM1mK 68-68_2A_celek										0,64
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení D+D (Air): DDM1mK_2B											
2BA	DJ.mK 68_DAir 1.56_Ep	68	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,56	1,67	1,67
2BB	DJ.mK 68_DAir 1.56_lp	68	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,56	1,67	1,67
2BC	DDM1mK 68-68_2B_celek										0,83
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení T+D (Ar): DDM1mK_3A											
3AA	DJ.mK 68_TAr 0.72_Ep	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,72	1,67	1,12
3AB	DJ.mK 68_DKr 0.99_lp	68	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,99	1,67	1,30
3AC	DDM1mK 68-68_3A_celek										0,60
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení T+D (Air): DDM1mK_3B											
3BA	DJ.mK 68_TAir 0.96_Ep	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
3BB	DJ.mK 68_DAir 1.56_lp	68	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,56	1,67	1,67
3BC	DDM1mK 68-68_3B_celek										0,71
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení T+T (Ar): DDM1mK_4A											
4AA	DJ.mK 68_TAr 0.72_Ep	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,72	1,67	1,12
4AB	DJ.mK 68_T. Ar 0.72_lp	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,72	1,67	1,12
4AC	DDM1mK 68-68_4A_celek										0,55
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení T+T (Air): DDM1mK_4B											
4BA	DJ.mK 68_TAir 0.94_Ep	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
4BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_lp	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
4BC	DDM1mK 68-68_4B_celek										0,63

Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.M1mK)

dřevina smrk, profil 68 Ep + 68 Ip



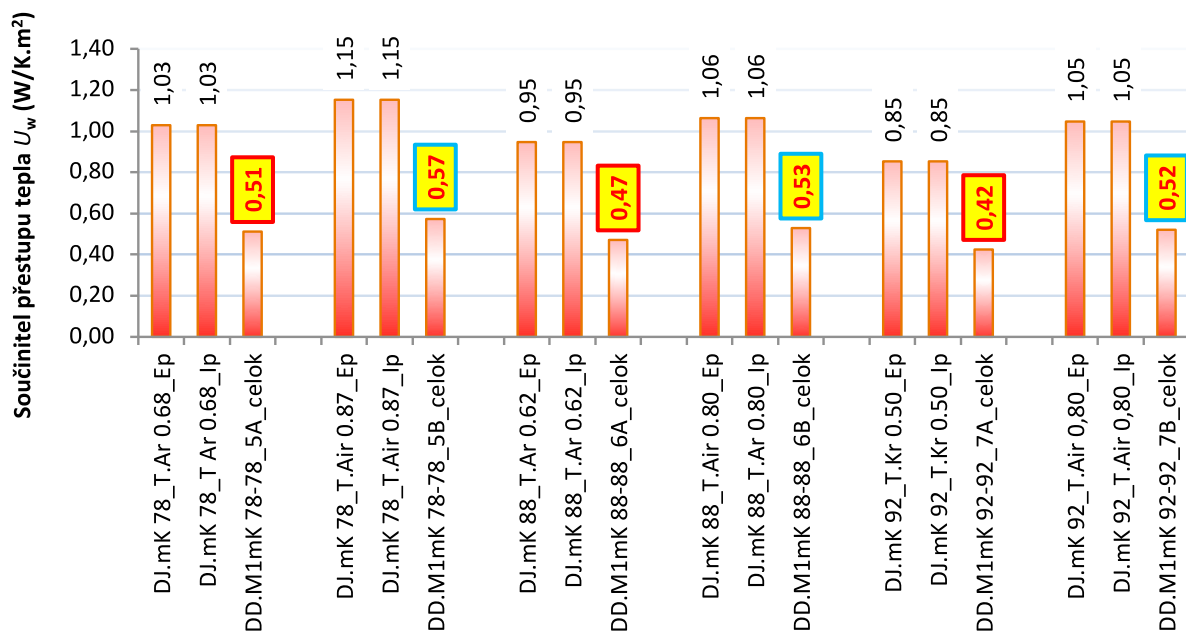
Typ DD.M1mK okna: 1,2,3,4_profil 68 Ep + 68 Ip,
zasklení: D – izol. dvojsklo, T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.4.1A: DD okna – modely moderní konstrukce (DDM1mK): stejné profily 68 Ip + 68 Ep a U-hodnoty

Tab. 5.4.4.1b: DD okna – modely moderní konstrukce (DDM1mK): stejné profily Ip+Ep a U-hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 78 mm, zasklení T+T (Ar): DDM1mK_5A											
5AA	DJ.mK 78_T.Ar 0.68_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,49	1,03
5AB	DJ.mK 78_T.Ar 0.68_Ip	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,49	1,03
5AC	DDM1mK 78-78_5A_celek										0,51
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 78 mm, zasklení T+T (Air): DDM1mK_5B											
5BA	DJ.mK 78_T.Air 0.87_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,49	1,15
5BB	DJ.mK 78_T.Air 0.87_Ip	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,49	1,15
5BC	DDM1mK 78-78_5B_celek										0,57
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 88 mm, zasklení T+T (Ar): DDM1mK_6A											
6AA	DJ.mK 88_T.Ar 0.62_Ep	88	44	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,62	1,36	0,95
6AB	DJ.mK 88_T.Ar 0.62_Ip	88	44	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,62	1,36	0,95
6AC	DDM1mK 88-88_6A_celek										0,47
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 88 mm, zasklení T+T (Air): DDM1mK_6B											
6BA	DJ.mK 88_T.Air 0.80_Ep	88	44	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,80	1,36	1,06
6BB	DJ.mK 88_T.Ar 0.80_Ip	88	44	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,80	1,36	1,06
6BC	DDM1mK 88-88_6B_celek										0,53
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Kr): DDM1mK_7A											
7AA	DJ.mK 92_T.Kr 0.50_Ep	92	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,50	1,31	0,85
7AB	DJ.mK 92_T.Kr 0.50_Ip	92	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,50	1,31	0,85
7AC	DDM1mK 92-92_7A_celek										0,42
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Air): DDM1mK_7B											
7BA	DJ.mK 92_T.Air 0.80_Ep	92	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,80	1,31	1,05
7BB	DJ.mK 92_T.Air 0.80_Ip	92	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,80	1,31	1,05
7BC	DDM1mK 92-92_7B_celek										0,52

Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.M1mK) dřevina smrk, profil 78 Ep + 78 Ip, 88 Ep + 88 Ip, 92 Ep + 92 Ip



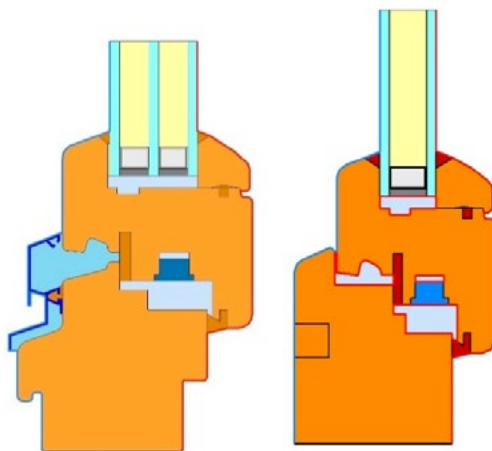
Typ DD.M1mK okna: profil 78 Ep + 78 Ip, 88 Ep + 88 Ip, 92 Ep + 92 Ip,
zasklení: T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.4.1B: DD okna – modely moderní konstrukce (DD.M1mK): stejné profily Ip+Ep a U-hodnoty

2. Modelové konstrukce 2 – profily 78 a 68 a různé zasklení: DD.M2mK

a) Vzorky DD.M2mK oken – profily okenních ráků Ep 78 + Ip 68 mm

Pro analýzu U_w hodnoty DD.M2mK oken byly použity profily moderní konstrukce okenních ráků tloušťky typu Ep 78 a Ip 68 mm, konstrukční tvorba je uvedena na obr. 5.3.4.5.



Obr. 5.3.4.5 Dřevěná dvojitá okna DD.M2mK okno – profily ráků Ep 78 + Ip 68 mm

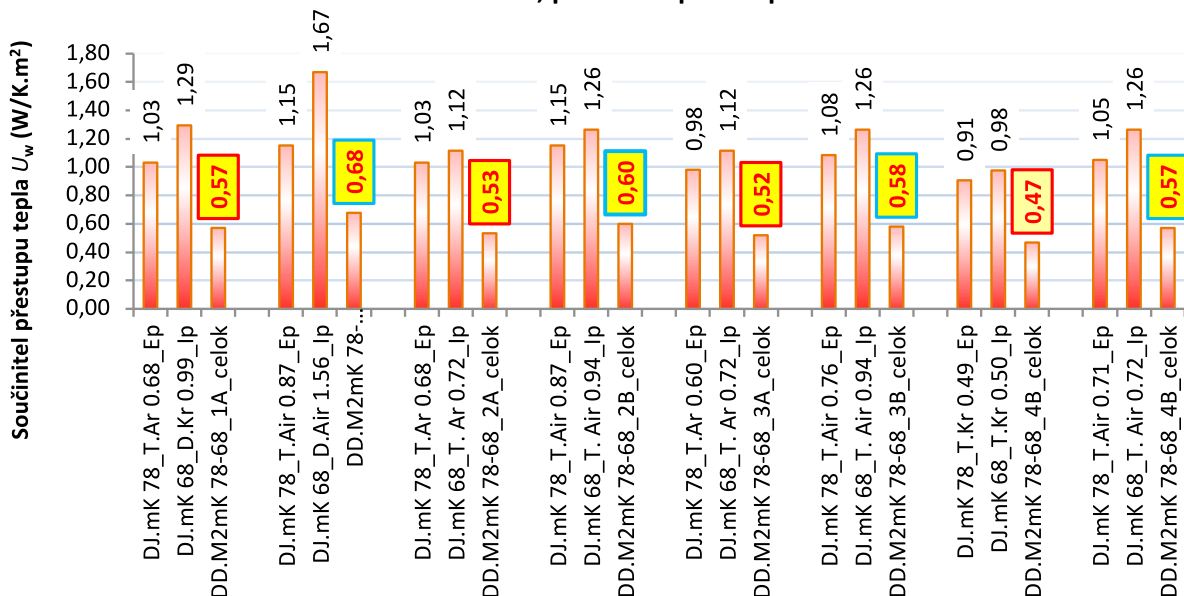
a) Analýza a výsledky U_w hodnoty DD.M2mK oken

Výsledky U_w hodnoty DD.M2mK oken pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedené v Tab. 5.4.4.1c a grafu 5.4.4.1c.

Tab. 5.4.4.1c: DD okna – modely moderní konstrukce (DD.M2mK): Typ 78 Ep + 68 Ip a U -hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m ²]					W/(m ² .K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+D (Ar,Kr): DDM2mK_1A											
1AA	DJ.mK 78_T.Ar 0.68_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,49	1,03
1AB	DJ.mK 68_D.Kr 0.99_Ip	68	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,99	1,67	1,29
1AC	DDM2mK 78-68_1A_celek										0,57
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+D (Air,Air): DDM2mK_1B											
1BA	DJ.mK 78_T.Air 0.87_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,49	1,15
1BB	DJ.mK 68_D.Air 1.56_Ip	68	20	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	1,56	1,67	1,67
1BC	DDM2mK 78-68_V1B_celek										0,68
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM2mK_2A											
2AA	DJ.mK 78_T.Ar 0.68_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,49	1,03
2AB	DJ.mK 68_T. Ar 0.72_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,72	1,67	1,12
2AC	DDM2mK 78-68_2A_celek										0,53
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM2mK_2B											
2BA	DJ.mK 78_T.Air 0.87_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,49	1,15
2BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
2BC	DDM2mK 78-68_2B_celek										0,60
DD okno – hr. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM2mK_3A											
3AA	DJ.mK 78_T.Ar 0.60_Ep	78	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,49	0,98
3AB	DJ.mK 68_T. Ar 0.72_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,72	1,67	1,12
3AC	DDM2mK 78-68_3A_celek										0,52
DD okno – hr. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM2mK_3B											
3BA	DJ.mK 78_T.Air 0.76_Ep	78	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,49	1,08
3BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
3BC	DDM2mK 78-68_3B_celek										0,58
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Kr, Kr): DDM2mK_4A											
4AA	DJ.mK 78_T.Kr 0.49_Ep	78	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,49	0,91
4AB	DJ.mK 68_T.Kr 0.50_Ip	92	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,50	1,67	0,98
4AC	DDM2mK 78-68_4B_celek										0,47
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Air, Air): DDM2mK_4B											
4BA	DJ.mK 78_T.Air 0.71_Ep	78	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,49	1,05
4BB	DJ.mK 68_T. Air 0.72_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
4BC	DDM2mK 78-68_4B_celek										0,57

Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.M2mK) dřevo smrk, profil 78 Ep + 68 Ip



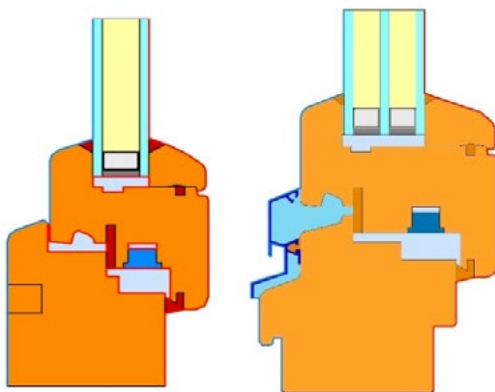
Typ DD.M2mK okna: profil 78 Ep + 68 Ip,
zasklení: D – izol. dvojsklo, T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.4.1c: DD okna – modely moderní konstrukce (DD.M2mK): Typ 78 Ep + 68 Ip a U -hodnoty

3. Modelové konstrukce 3 – profily 88 a 68 a různé zasklení: DD.M3mK

a) Vzorky DD.M3mK oken – profily okenních rámců Ep 88+ Ip 68 mm

Pro analýzu U_w hodnoty DD.M3mK oken byly použity profily moderní konstrukce okenních rámců tloušťky typu Ep 88 a Ip 68 mm, konstrukční tvorba je uvedena na Obr. 5.4.4.6.



Obr. 5.4.4.6 Dřevěná dvojitá okna DD.M3mK okno – profily rámců Ep 88 + Ip 68 mm

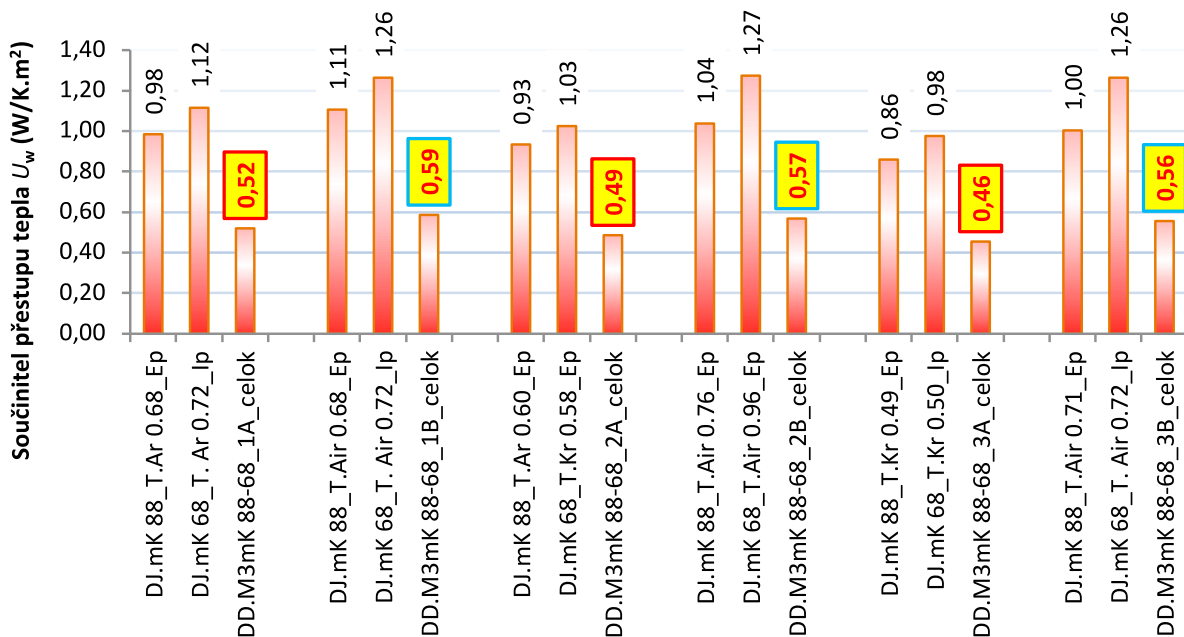
b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DD.M3mK oken

Výsledky U_w hodnoty DD.M3mK oken pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedené v Tab. 5.4.4.1d a grafu 5.4.4.1d.

Tab. 5.4.4.1d: DD okna – modely moderní konstrukce (DDM3mK): Typ 88 Ep + 68 Ip a U-hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m²]					W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM3mK_1A											
1AA	DJ.mK 88_T.Ar 0.68_Ep	88	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,36	0,98
1AB	DJ.mK 68_T. Ar 0.72_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,72	1,67	1,12
1AC	DDM3mK 88-68_1A_celek										0,52
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM3mK_1B											
1BA	DJ.mK 88_T.Air 0.68_Ep	88	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,36	1,11
1BB	DJ.mK 68_T. Air 0.72_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
1BC	DDM3mK 88-68_1B_celek										0,59
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Kr): DDM3mK_2A											
2AA	DJ.mK 88_T.Ar 0.60_Ep	78	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,36	0,93
2AB	DJ.mK 68_T.Kr 0.58_Ep	68	36	1,82	1,20	0,62	4,4	0,029	0,58	1,67	1,03
2AC	DDM3mK 88-68_2A_celek										0,49
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM3mK_2B											
2BA	DJ.mK 88_T.Air 0.76_Ep	78	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,36	1,04
2BB	DJ.mK 68_T.Air 0.96_Ep	68	36	1,82	1,20	0,62	4,4	0,029	0,96	1,67	1,27
2BC	DDM3mK 88-68_2B_celek										0,57
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Kr,Kr): DDM3mK_3A											
3AA	DJ.mK 88_T.Kr 0.49_Ep	88	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,36	0,86
3AB	DJ.mK 68_T.Kr 0.50_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,50	1,67	0,98
3AC	DDM3mK 88-68_3A_celek										0,46
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM3mK_3B											
3BA	DJ.mK 88_T.Air 0.71_Ep	88	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,36	1,00
3BB	DJ.mK 68_T. Air 0.72_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
3BC	DDM3mK 88-68_3B_celek										0,56

Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.M3mK) dřevo smrk, profil 88 Ep + 68 lp



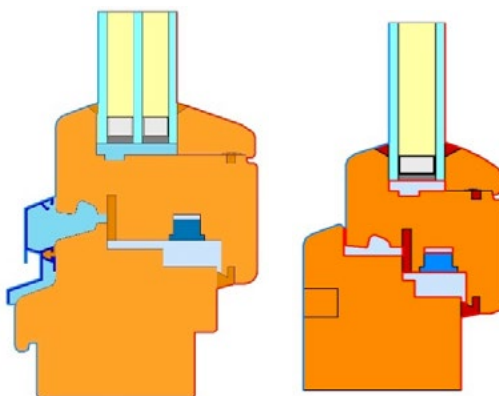
**Typ DD.M3mK okna: profil 88 Ep + 68 lp,
zasklení: T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota**

Graf 5.4.4.1d: DD okna – modely moderní konstrukce (DD.M3mK): Typ 88 Ep + 68 lp a U -hodnoty

4. Modelové konstrukce 4 – profily 92 a 68 a různé zasklení: DD.M4mK

a) Vzorky DD.M4mK oken – profily okenních rámců Ep 92+ lp 68 mm

Pro analýzu U_w hodnoty DD.M4mK oken byly použity profily moderní konstrukce okenních rámců tloušťky typu Ep 92 a lp 68 mm, konstrukční tvorba je uvedena na Obr. 5.4.4.7.



Obr. 5.4.4.7 Dřevěné dvojitá okno DD.M4mK okno – profily rámců Ep 92 + lp 68 mm

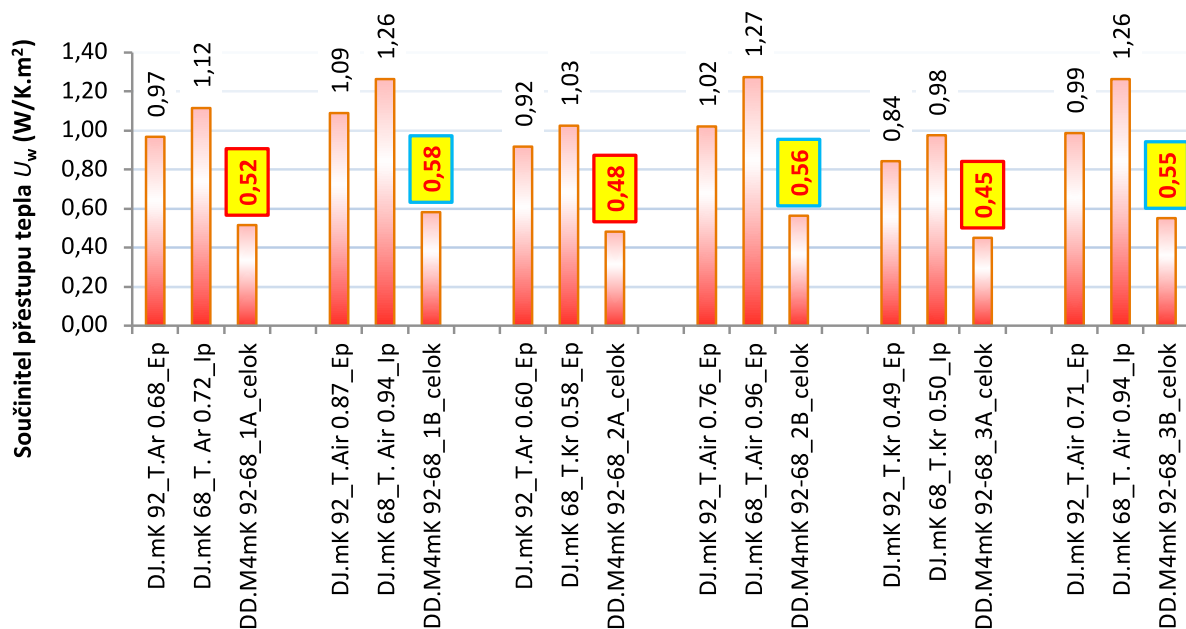
b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DD.M4mK oken

Výsledky U_w hodnoty DD.M4mK oken pro normově stanovený rozměry okna jsou uvedené v Tab. 5.4.4.1e a grafu 5.4.4.1e.

Tab. 5.4.4.1e: DD okna – modely moderní konstrukce (DDM4mK): Typ 92 Ep + 68 Ip a U-hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m²]					W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM4mK_1A											
1AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.68_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,31	0,97
1AB	DJ.mK 68_T. Ar 0.72_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,72	1,67	1,12
1AC	DDM4mK 92-68_1A_celek										0,52
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM4mK_1B											
1BA	DJ.mK 92_T.Air 0.87_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,31	1,09
1BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
1BC	DDM4mK 92-68_1B_celek										0,58
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Kr): DDM4mK_2A											
2AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.60_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,31	0,92
2AB	DJ.mK 68_T.Kr 0.58_Ep	68	36	1,82	1,20	0,62	4,4	0,029	0,58	1,67	1,03
2AC	DDM4mK 92-68_2A_celek										0,48
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM4mK_2B											
2BA	DJ.mK 92_T.Air 0.76_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,31	1,02
2BB	DJ.mK 68_T.Air 0.96_Ep	68	36	1,82	1,20	0,62	4,4	0,029	0,96	1,67	1,27
2BC	DDM4mK 92-68_2B_celek										0,56
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Kr,Kr): DDM4mK_3A											
3AA	DJ.mK 92_T.Kr 0.49_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,31	0,84
3AB	DJ.mK 68_T.Kr 0.50_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,50	1,67	0,98
3AC	DDM4mK 92-68_3A_celek										0,45
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM4mK_3B											
3BA	DJ.mK 92_T.Air 0.71_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,31	0,99
3BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_Ip	68	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,67	1,26
3BC	DDM4mK 92-68_3B_celek										0,55

Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.M4mK) dřevina smrk, profil 92 Ep + 68 Ip



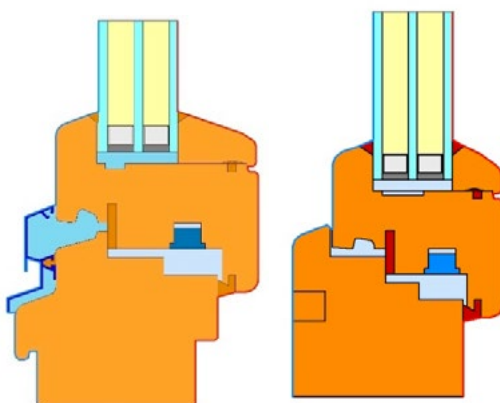
Typ DD.M4mK okna: profil 92 Ep + 68 Ip,
zasklení: T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.4.1e: DD okna – modely moderní konstrukce (DD.M4mK): Typ 92 Ep + 68 Ip a U-hodnoty

5. Modelové konstrukce 5 – profily 92 a 78 a různé zasklení: DD.M5mK

a) Vzorky oken DD.M5mK – profily okenních ráků Ep 92 + Ip 78 mm

Pro analýzu hodnoty U_w oken DD.M5mK byly použity profily moderní konstrukce okenních ráků o tloušťce typu Ep 92 a Ip 78 mm, konstrukční návrh je uveden na Obr. 5.4.4.8.



Obr. 5.4.4.8 Dřevěné dvojité okno DDM5mK okno – profily rámu Ep 92 + Ip 78 mm

a) Analýza a výsledky U_w hodnoty DD.M5mK oken

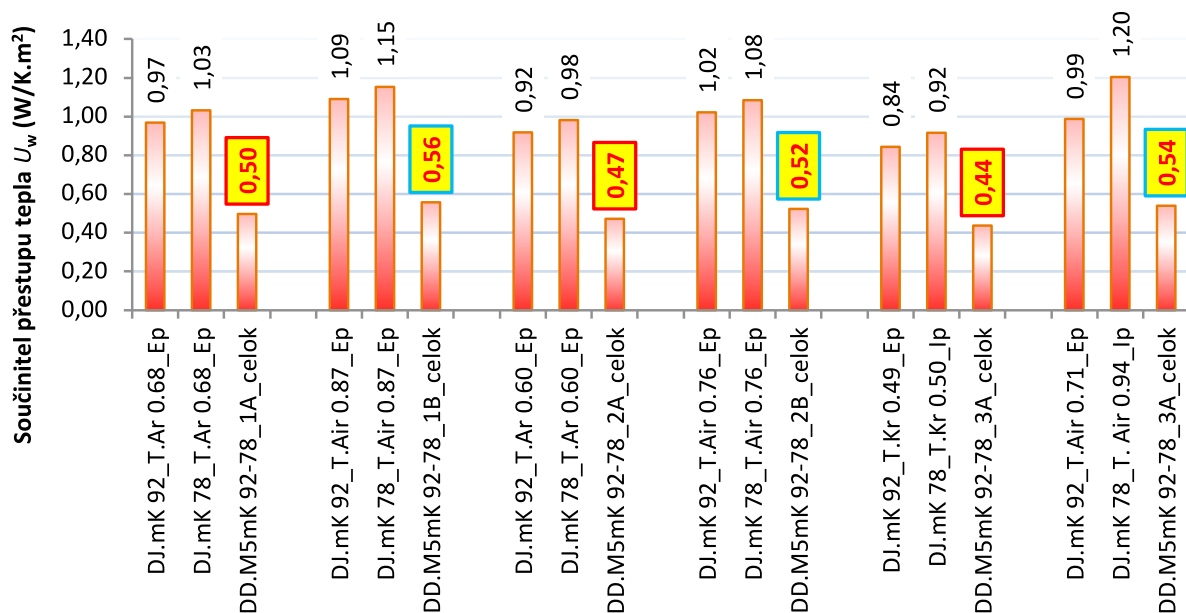
Výsledky U_w hodnoty DD.Mm5K oken pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedené v Tab. 5.4.4.1f a grafu 5.4.4.1f.

Tab. 5.4.4.1f: DD okna – modely moderní konstrukce (DD.M5mK): Typ 92 Ep + 78 Ip a U -hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m²]					W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM5mK_1A											
1AA	DJmK 92_T.Ar 0.68_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,31	0,97
1AB	DJmK 78_T.Ar 0.68_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,49	1,03
1AC	DDM5mK 92-78_1A_celek										0,50
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM5mK_1B											
1BA	DJmK 92_T.Air 0.87_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,31	1,09
1BB	DJmK 78_T.Air 0.87_Ep	78	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,49	1,15
1BC	DDM5mK 92-78_1B_celek										0,56
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM5mK_2A											
2AA	DJmK 92_T.Ar 0.60_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,31	0,92
2AB	DJmK 78_T.Ar 0.60_Ep	78	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,49	0,98
2AC	DDM5mK 92-78_2A_celek										0,47
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM5mK_2B											
2BA	DJmK 92_T.Air 0.76_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,31	1,02
2BB	DJmK 78_T.Air 0.76_Ep	78	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,49	1,08
2BC	DDM5mK 92-78_2B_celek										0,52
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Kr,Kr): DDM5mK_3A											
3AA	DJmK 92_T.Kr 0.49_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,31	0,84
3AB	DJmK 78_T.Kr 0.50_Ip	78	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,50	1,49	0,92
3AC	DDM5mK 92-78_3A_celek										0,44
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM5mK_3B											
3BA	DJmK 92_T.Air 0.71_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,31	0,99
3BB	DJmK 78_T. Air 0.94_Ip	78	36	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,94	1,49	1,20
3BC	DDM5mK 92-78_3A_celek										0,54

Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.M5mK)

Dřevo smrk, profil 92 Ep + 78 Ip



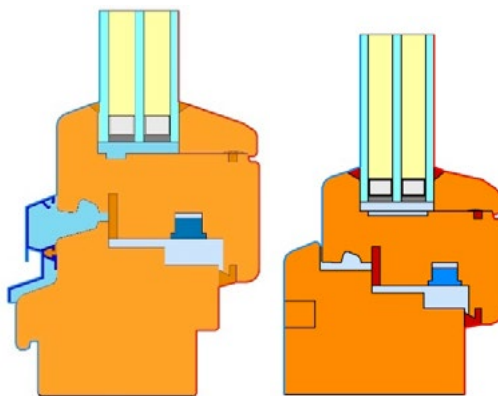
Typ DD.M5mK okna: profil 92 Ep + 78 Ip,
zasklení: T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.4.1f: DD okna – modely moderní konstrukce (DD.M5mK): Typ 92 Ep + 78 Ip a U-hodnoty

6. Modelové konstrukce 6 – profily 92 a 88 a různé zasklení: DD.M6mK

a) Vzorky DD.M6mK oken – profily okenních ráků Ep 92+ Ip 88 mm

Pro analýzu U_w hodnoty DD.M6mK oken byly použity profily moderní konstrukce okenních ráků tloušťky typu Ep 92 a Ip 88 mm, konstrukční tvorba je uvedena na Obr. 5.4.4.9.



Obr. 5.4.4.9 Dřevěná dvojitá okno DDM6mK okno - profily rámu Ep 92 + Ip 88 mm

b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DD.M6mK oken

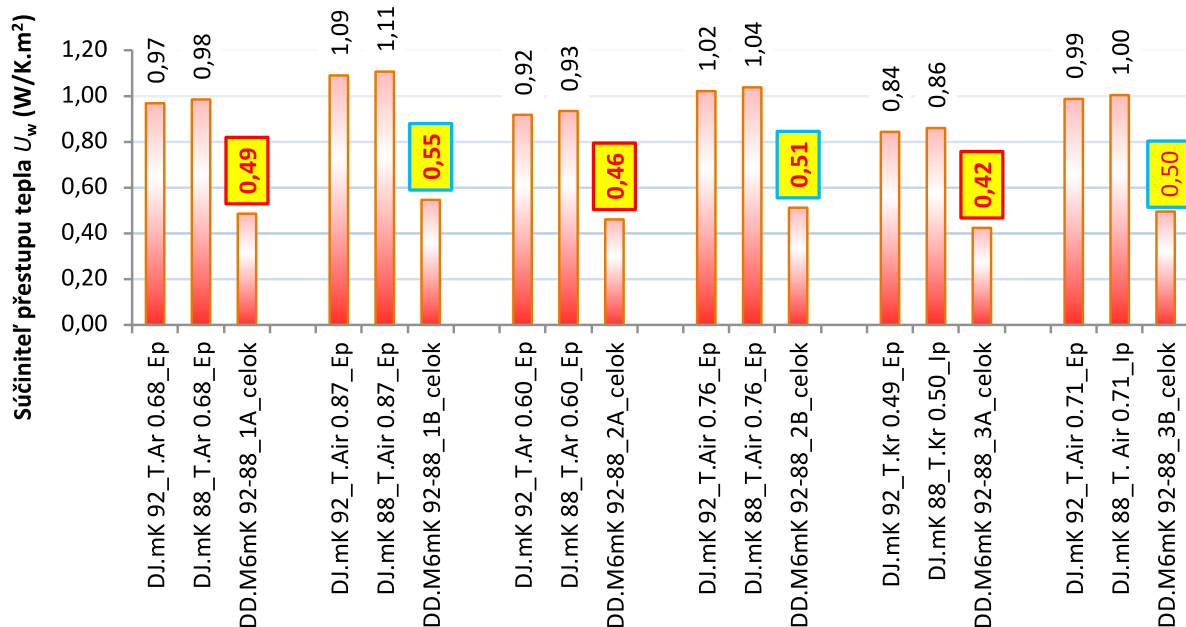
Výsledky U_w hodnoty DD.M6mK oken pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedené v tab. 5.4.4.1g a grafu 5.4.4.1g.

Tab. 5.4.4.1g: DD okna – modely moderní konstrukce (DDM6mK): Typ 92 Ep + 88 Ip a U-hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _i	U _w
				[m²]					W/(m².K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM6mK_1A											
1AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.68_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,31	0,97
1AB	DJ.mK 88_T.Ar 0.68_Ep	88	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,36	0,98
1AC	DDM6mK 92-88_1A_celek										0,49
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM6mK_1B											
1BA	DJ.mK 92_T.Air 0.87_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,31	1,09
1BB	DJ.mK 88_T.Air 0.87_Ep	88	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,36	1,11
1BC	DDM6mK 92-88_1B_celek										0,55
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM6mK_2A											
2AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.60_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,31	0,92
2AB	DJ.mK 88_T.Ar 0.60_Ep	88	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,36	0,93
2AC	DDM6mK 92-88_2A_celek										0,46
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM6mK_2B											
2BA	DJ.mK 92_T.Air 0.76_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,31	1,02
2BB	DJ.mK 88_T.Air 0.76_Ep	88	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,36	1,04
2BC	DDM6mK 92-88_2B_celek										0,51
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM6mK_3A											
3AA	DJ.mK 92_T.Kr 0.49_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,31	0,84
3AB	DJ.mK 88_T.Kr 0.50_Ip	88	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,36	0,86
3AC	DDM6mK 92-88_3A_celek										0,42
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM6mK_3B											
3BA	DJ.mK 92_T.Air 0.71_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,31	0,99
3BB	DJ.mK 88_T. Air 0.71_Ip	88	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,36	1,00
3BC	DDM6mK 92-88_3B_celek										0,50

Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.M6mK)

Dřevo smrk, profil 92 Ep + 88 Ip



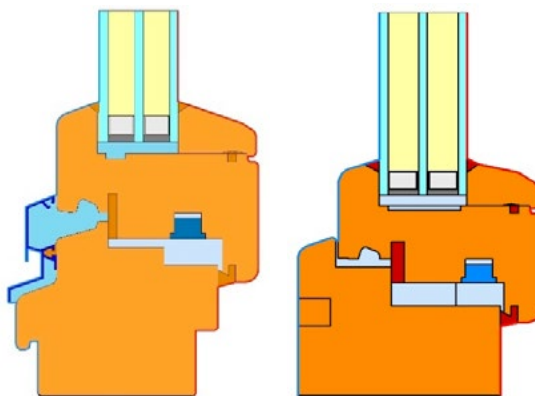
Typ DD.M6mK okna: profil 92 Ep + 88 Ip,
zasklení: T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.4.1g: DD okna -- modely moderní konstrukce (DD.M6mK): Typ 92 Ep + 88 Ip a U-hodnoty

7. Modelové konstrukce 7 – profily 92 a 92 a různé zasklení: DD.M7mK

a) Vzorky DD.M7mK oken – profily okenních ráků Ep 92+ Ip 92 mm

Pro analýzu U_w hodnoty DD.M7mK oken byly použity profily moderní konstrukce okenních ráků tloušťky typu Ep 92 a Ip 92 mm, konstrukční tvorba je uvedena na Obr. 5.4.4.10.



Obr. 5.4.4.10 Dřevěné dvojitá okno DD.M7mK okno – profily rámu Ep 92 + Ip 92 mm

b) Analýza a výsledky U_w hodnoty DD.M7mK oken

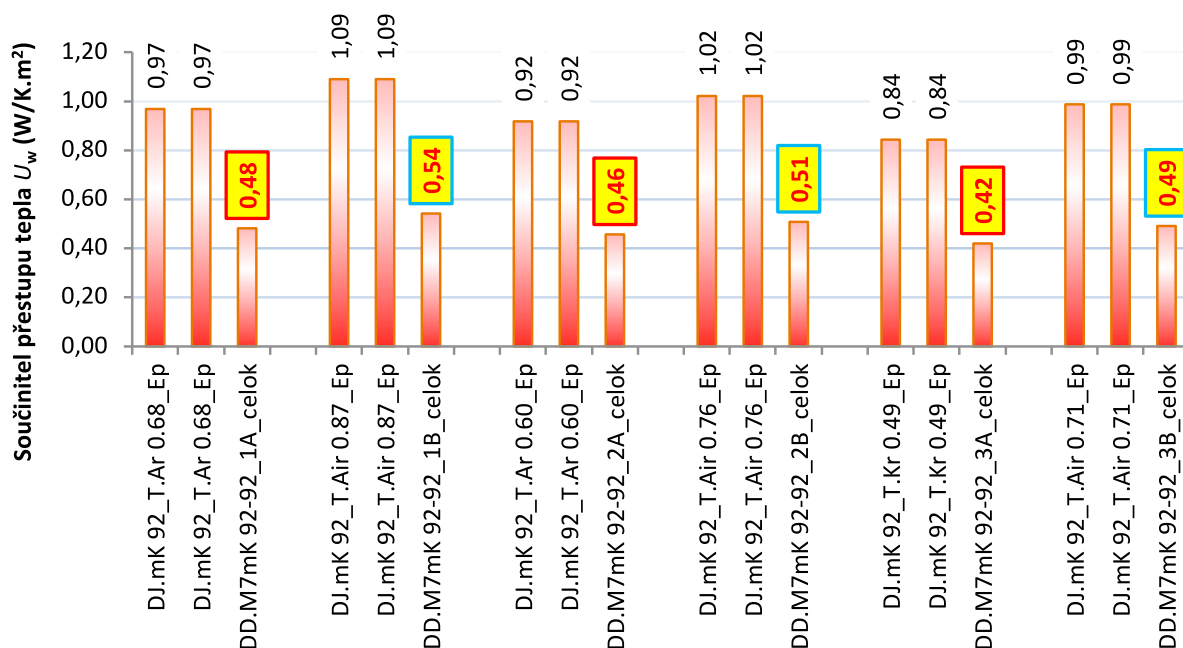
Výsledky U_w hodnoty DD.Mm7K oken pro normově stanovený rozměr okna jsou uvedené v Tab. 5.4.4.1h a grafu 5.4.4.1h.

Tab. 5.4.4.1h: DD okna modely moderní konstrukce (DD.M7mK): Typ 92 Ep + 92 Ip a U -hodnoty

P.č.	Označení	Tl. rámu [mm]	Tl. zaskl. [mm]	Plocha			délka l _g [m]	hodnota ψ W/(m.K)	Souč. přestupu tepla		
				okno	zaskl.	rám			U _g	U _f	U _w
				[m ²]					W/(m ² .K)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM7mK_1A											
1AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.68_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,31	0,97
1AB	DJ.mK 92_T.Ar 0.68_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,68	1,31	0,97
1AC	DDM7mK 92-92_1A_celek										0,48
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM7mK_1B											
1BA	DJ.mK 92_T.Air 0.87_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,31	1,09
1BB	DJ.mK 92_T.Air 0.87_Ep	92	40	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,87	1,31	1,09
1BC	DDM7mK 92-92_1B_celek										0,54
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM7mK_2A											
2AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.60_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,31	0,92
2AB	DJ.mK 92_T.Ar 0.60_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,60	1,31	0,92
2AC	DDM7mK 92-92_2A_celek										0,46
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM7mK_2B											
2BA	DJ.mK 92_T.Air 0.76_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,31	1,02
2BB	DJ.mK 92_T.Air 0.76_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,76	1,31	1,02
2BC	DDM7mK 92-92_2B_celek										0,51
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Kr,Kr): DDM7mK_3A											
3AA	DJ.mK 92_T.Kr 0.49_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,31	0,84
3AB	DJ.mK 92_T.Kr 0.49_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,49	1,31	0,84
3AC	DDM7mK 92-92_3A_celek										0,42
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM7mK_3B											
3BA	DJ.mK 92_T.Air 0.71_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,31	0,99
3BB	DJ.mK 92_T.Air 0.71_Ep	92	48	1,82	1,19	0,63	4,43	0,029	0,71	1,31	0,99
3BC	DDM7mK 92-92_3B_celek										0,49

Dřevěná dvojitá okna – modely moderní konstrukce (DD.M7mK)

Dřevo smrk, profil 92 Ep + 92 Ip



Typ DD.M7mK okna: profil 92 Ep + 92 Ip,
zasklení: T – izol. trojsklo, výplň, Ug hodnota

Graf 5.4.4.1h: DD okna – modely moderní konstrukce (DD.M5mK): Typ 92 Ep + 92 Ip a U-hodnoty

5.4.5 Výsledky a vyhodnocení – dvojitá okna

Přehled vyhodnocení – dvojitá okna

V následující části jsou uvedeny výsledky a vyhodnocení konstrukčního řešení dvojitých oken, která jsou rozdělena a označena následovně:

1. Dvojitá okna – původní historická (DD.pH) a renovované konstrukce (DD.hR)
2. Dvojitá okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK)
3. Dvojitá okna – modely moderní konstrukce – profily D1_DD.M1mK
4. Dvojitá okna – modely moderní konstrukce – profily D27_DD.M2-7mK

5.4.5.1 Dvojitá okna – původní historická (DD.pH) a renovované konstrukce (DD.hR)

Z hlediska objektivního zkoumání a dosažení renovace původního historického dvojitého okna pro splnění požadavku $U_{wN} = 0,85$ (STN) a 1,2 (ČSN) a jeho spolehlivosti v čase (zachování hodnoty U_w i po zhoršení U_g zasklení) byla navržena historicky renovovaná dvojitá okna (DD.hR). Výsledky jsou uvedeny v následující části.

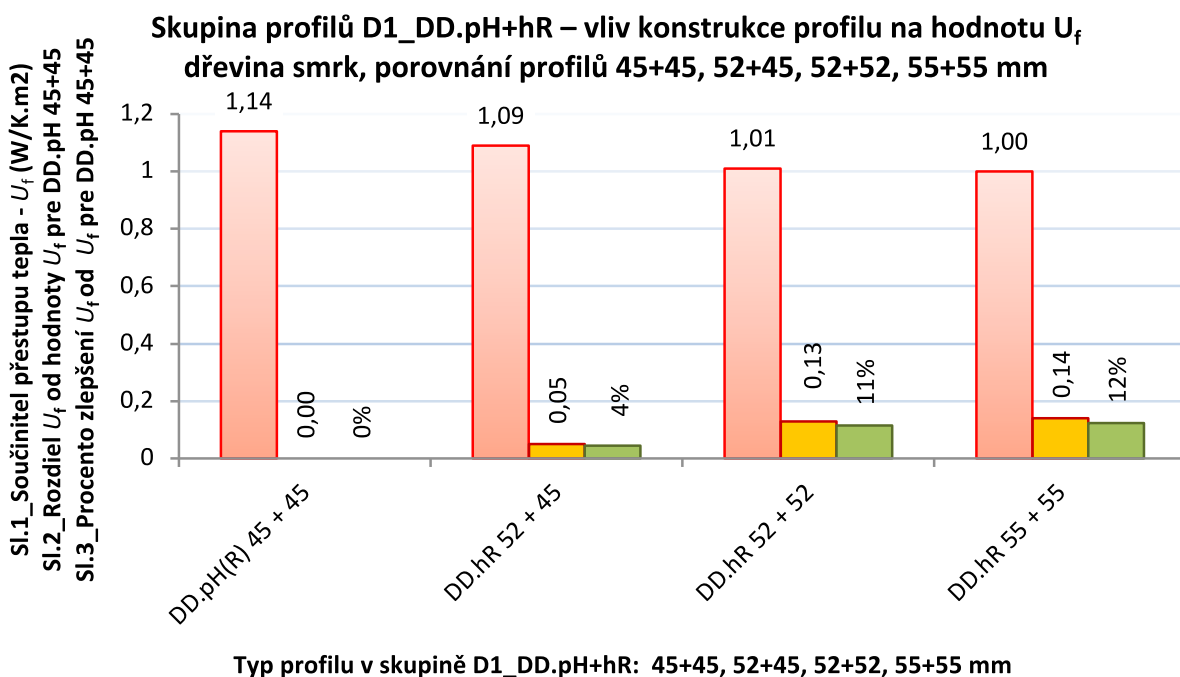
C1A–DD.HR) Vliv konstrukce profilů rámců oken skupiny DP_DD.HR.s na hodnotu Uf

Přehled výsledků hodnoty U_f profilů rámců oken (sl. č. 4) skupiny DP_DD.HR a vliv změny tloušťky profilů na hodnotu U_f (sl. č. 6) jsou uvedeny v Tab. 5.4.5.1.1 a grafu 5.4.5.1.1.

Tab. 5.4.5.1.1 Dvojitá okna DD.hP a DD.hR – Vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu

Skupina profilů	Identifikace				Porovnání profilů ve skupině	
	P.č.	Označení	Celk. tl. profilů [mm]	Hodnota U_f W/(m ² .K)	Rozdíl od hodnoty p.č. 1	Vliv profilu na zlepšení U_f %
	1	2	3	4	5	6
DP_DDHR	1. Dřevěná okna dvojitá – profily					
	1	DD.pH(R) 45 + 45	90	1,14	0,00	0%
	2	DD.tl 52 + 45	97	1,09	0,05	4%
	2	DD.tl 52 + 52	104	1,01	0,13	11%
	3	DD.tl 55 + 55	110	1,00	0,14	12%

Poznámka: Profil DD.pH(R) 45 + 45 je porovnávací.



Graf 5.4.5.1.1 Dvojitá okna DD.hP a DD.hR – Vliv konstrukce profilu v skupině DH na U_f hodnotu

C1Av_DP) Vyhodnocení vlivu konstrukce profilů oken skupiny DP na hodnotu U_f

Z tabulky a grafu pro typy profilů ve skupině DP_DD.HR vyplývá:

- Zvyšováním celkové tloušťky při zachování stejného tvaru profilů rámu na vnější straně (E_p) a vnitřní straně (I_p) z 90 mm na 97, 104 a 110 mm se od hranice významnosti (5 %) zlepšuje (snižuje) hodnota U_f rámu.
- Vzhledem k porovnávacímu profilu to činí 4 % pro tloušťku 97 mm, 11 % pro tloušťku 104 mm a 12 % pro tloušťku 110 mm. Zlepšení (snížení) hodnoty U_f rámu zlepšuje hodnotu U_w okna.

C1BC_DP) Vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w a splnění požadované hodnoty $U_{w,N}$

V tabulkách 5.4.5.1.2 a 5.4.5.1.3 je uveden vliv celé konstrukce (sl. 2) dvojitých původních historických (DD.pH) a renovovaných konstrukcí (DD.hR) na hodnotu U_w (sl. 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na hodnotu $U_{w,N}$ podle STN a ČSN 73 0540-2 (sl. 7, 8, 9).

Tab. 5.4.5.1.2: Vliv konstrukce dvojitych oken – historické původní (DDhP) na U_w a splnění U_{wN} .

Identifikace			Vliv konstr. okna ve skupině DH			Splnění požadavku U_{wN}		
P.č.	Označení konstrukce okna	TL rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m ² .K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,79	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DDhP okno historické původní - tl. profilu rámu 45 + 45 mm, zasklení jednoduché 1+1 sklo (J)								
1A	DJ.hP 45_J.PLX_5,8_Ep	45						
1B	DJ.hP 45_J.PLX_5,8_Ip	45						
1C	DD.tl. 45+45_celek hP1	45+45	2,28	-1,49	-187%	Ne	Ne	Ne
Poznámka: Konstrukce DD.hR 52+52 mm hR4A je porovnávací pro skupinu oken DDhP								
Důvod: nejbližší konstrukci okna vyhovující požadavku $U_{wN} = 0,85$ při Air v zasklení po úniku Ar								
						část 1/2		

Tab. 5.4.5.1.3: Vliv konstrukce dvojitych oken – historické renovované (DD.hR) na U_w a splnění U_{wN} .

Identifikace			Vliv konstr. okna v skupině DH			Splnění požadavku U_{wN}		
P.č.	Označení konstrukce okna	TL rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m ² .K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,79	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 45 + 45 mm, zasklení jednoduché 1+1 sklo (J)								
1A	DJ.hR 45_J.PLX_3,3_Ep	45						
1B	DJ.hR 45_J.PTXN_5,8_Ip	45						
1C	DD.hR 45+45_celek hR1	45+45	1,80	-1,01	-128%	Ne	Ne	Ne
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 45 + 52 mm, zasklení J+D								
2A	DJ.hR 45_J.PLX_5,8_Ep	45						
2B	DJ.hR 52_DAr_1,25_Ip	52						
2C	DD.hR 45+52_celek hR2	45+52	1,17	-0,37	-47%	Ne	Ano	Ne
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 52 + 45 mm, zasklení D+J								
3A	DJ.hR 52_DAr_1,25_Ep	52						
3B	DJ.hR 45_J.PLX_5,8_Ip	45						
3C	DD.hR 52+45_celek hR3	52+45	1,19	-0,39	-50%	Ne	Ano	Ne
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 52 + 52 mm, zasklení D+D (Ar)								
4AA	DJ.hR 52_DAr_1,25_Ep	55						
4AB	DJ.hR 52_DAr_1,25_Ip	52						
4AC	DD.hR 52+52_celek hR4A	52+52	0,79	0,00	0%	Ano	Ano	Ne
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 52 + 52 mm, zasklení D+D (Air)								
4BA	DJ.hR 52_DAir_1,43_Ep	52						
4BB	DJ.hR 52_DAir_1,43_Ip	52						
4BC	DD.hR 52-52_celek hR4B	52+52	0,85	-0,06	-7%	Ano	Ano	Ne
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 55 + 55 mm, zasklení D+D (Ar)								
5AA	DJ.hR 55_DAr_1,25_Ep	55						
5AB	DJ.hR 55_DAr_1,25_Ip	55						
5AC	DD.hR 55+55_celek hR5A	55+55	0,79	0,004	0,5%	Ano	Ano	Ne
DDhR okno historické renovované – tl. profilu rámu 55 + 55 mm, zasklení D+D (Air)								
5BA	DJ.hR 55_DAir_1,43_Ep	55						
5BB	DJ.hR 55_DAir_1,43_Ip	55						
5BC	DD.hR 55+55_celek hR5B	55+55	0,85	-0,05	-7%	Ano	Ano	Ne
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DDhR oken je DD.hR 52+52 mm hR4A								
Důvod: nejbližší konstrukci okna vyhovující požadavku $U_{wN} = 0,85$ při Air v zasklení po úniku Ar.								
						část 2/2		

C1Bv – DD,pH/hR vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na U_w hodnotu ve skupině DD,pH a DD,hR dvojitých oken byla vybrána referenční konstrukce DD,hR 52+52_celkově hR4A (řádek č. 4AC). Důvodem je, že tato konstrukce představuje nejbližší konstrukci okna ($U_w = 0,79$ s návazností na $U_w = 0,85$ při výplni Air ve zasklení), která vyhovuje požadavku $U_{w,N} = 0,85$.

Od referenční konstrukce DD,hR 52+52_celkově hR4A byl porovnán vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DD,pH a DD,hR na U_w hodnotu, přičemž výsledky jsou vyjádřeny procentuálně ve sloupci č. 6:

- Zhoršení (zvýšení) U_w hodnoty vlivem konstrukce okna: vyjádřeno zápornou procentní hodnotou ve sloupci č. 6, například konstrukce DD,hP 45+45_celkově hP1 (ř. č. 1C v části tab. 1/2) vykazuje až o 187 % horší U_w hodnotu než referenční konstrukce, která splňuje $U_{w,N} = 0,85$. Tato konstrukce představuje původní historické dvojitě okno s profily 45+45 mm, zasklením 1+1 sklo a bez těsnění.
- Zhoršenou U_w hodnotu vykazují také všechna dvojitá okna, která mají alespoň jeden profil o tloušťce 45 mm s jednoduchým sklem (ř. č. 1C, 2C, 3C ve skupině DD,hR).
- Zlepšení (snížení) U_w hodnoty vlivem konstrukce okna: vyjádřeno kladnou procentní hodnotou ve sloupci č. 6, například konstrukce DD,hR 55+55_celkově hR5A (ř. č. 5AC) vykazuje nevýznamné zlepšení o 0,5 % oproti referenční konstrukci, která splňuje $U_{w,N} = 0,85$.

C1Cv – DD,pH/hR vyhodnocení: Splnění $U_{w,N}$ hodnot konstrukcemi oken

a) Splnění současných požadavků $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DD,pH a DD,hR je uvedeno:

- podle STN 73 045-2 ve sloupci č. 7,
- podle ČSN 73 045-2 ve sloupci č. 8.

Vyhovujícími konstrukcemi jsou: DD,hR 52+52_celkově hR4A a DD,hR 55+55_celkově hR5A.

Významným rysem konstrukcí DD,hR 52+52_celkově hR4A a DD,hR 55+55_celkově hR5A je použití izolačních dvojskel s výplní Ar v zasklení. Tyto konstrukce jsou nejen ekonomické z hlediska ceny plynu, ale i v případě jeho úniku ze zasklení zůstává U_w hodnota zachována na požadované úrovni. Po nahrazení meziprostoru zasklení výplní Air konstrukce stále splňují požadavek $U_{w,N} = 0,85$, což dokládají řádky č. 4BC a 5BC ve sloupci 4: $U_w = 0,85$ při Air v zasklení.

Daná okna tedy spolehlivě v čase splňují požadavky:

- $U_{w,N}$ normy STN (ř. 4E, sl. 7),
- $U_{w,N}$ normy ČSN (ř. 4E, sl. 8).

Pro referenční konstrukci DD,hR 52+52_celkově hR4A je třeba zdůraznit, že obě části okna (E_p a I_p) mají izolační dvojskla s výplní Ar, což je nejhospodárnější konstrukce ve skupině z hlediska profilů a zasklení se spolehlivostí v čase (pro $U_{w,N} = 0,85$) podle STN i ČSN 73 0540-2 (i po změně Ar za Air v zasklení). Rovnocennou konstrukcí je také DD,hR 55+55_celkově hR5A.

a) Splnění doporučené hodnoty (nadčasové) podle STN a ČSN je uvedeno ve sloupci č. 9. Nadčasovou hodnotu v dané skupině nesplňuje žádná konstrukce okna.

5.4.5.2 Dvojitá okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK)

Z hlediska objektivního zkoumání a dosažení konstrukce okna pro splnění požadavků $U_{w,N} = 0,85$ (STN) a 1,2 (ČSN) a její spolehlivosti v čase (zachování U_w hodnoty i po zhoršení U_g zasklení), resp. dosažení i nadčasového požadavku $U_{w,N} = 0,60$ (STN, ČSN), byla sestavena dvojitá okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK). Výsledky jsou uvedeny v následující části.

Poznámka: Samozřejmě je v praxi důležitá i hospodárnost a cenová dostupnost takové konstrukce, z tohoto důvodu je nutné výzkum rozšířit, což však není detailním předmětem této práce.

Z hlediska objektivního zkoumání a dosažení konstrukce okna splňující i nadčasový požadavek $U_{w,N} = 0,6$ byla sestavena dvojitá okna – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK). Výsledky jsou uvedeny v následující části.

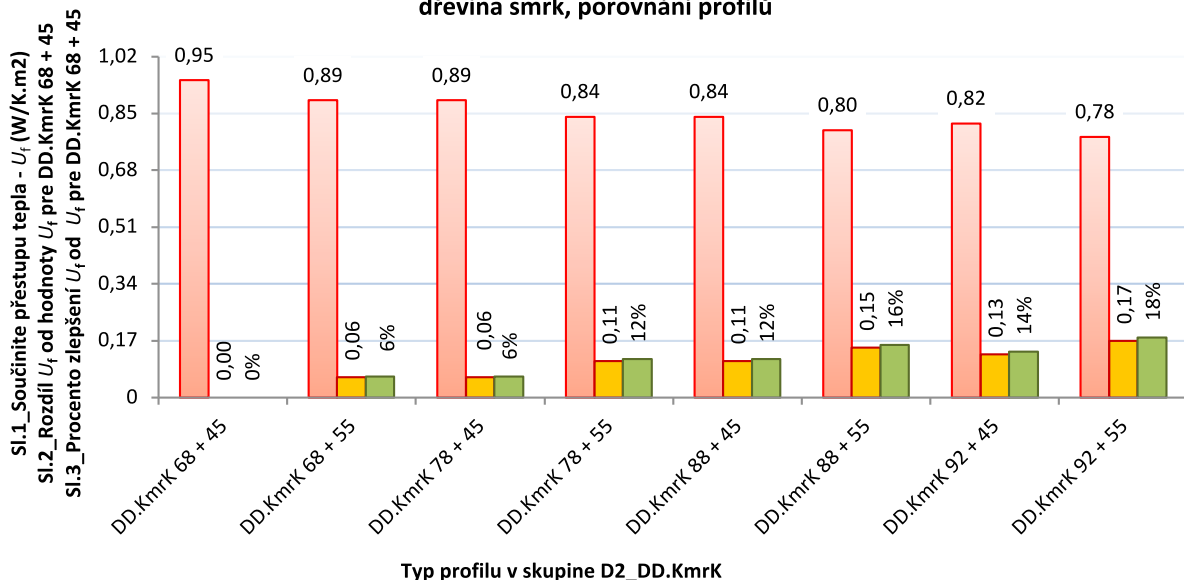
C1A-DD.KmrK: Vliv konstrukce profilů rámců skupiny DK na U_f hodnotu

Přehled výsledků U_f hodnoty profilů rámců oken (sloupec č. 4) skupiny DK_DD.KmrK a vliv změny tloušťky profilů na U_f hodnotu (sloupec č. 6) jsou uvedeny v tabulce 5.4.5.2.1 a grafu 5.4.5.2.1.

Tab. 5.4.5.2.1 Dvojitá okna DD.kmrK – Vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu

Skupina profilů	Identifikace				Porovnání profilů ve skupině	
	P.č.	Označení	Celk. tl. profilů [mm]	Hodnota U_f W/(m ² .K)	Rozdíl od hodnoty p.č. 1	Vliv profilu na zlepšení U_f %
	1	2	3	4	5	6
DK_DD.KmrK	2. Dřevěná okna dvojitá – kombinovaná moderní a renovované profily					
	1	DD.KmrK 68 + 45	113	0,95	0,00	0%
	2	DD.KmrK 68 + 55	123	0,89	0,06	6%
	3	DD.KmrK 78 + 45	123	0,89	0,06	6%
	4	DD.KmrK 78 + 55	133	0,84	0,11	12%
	5	DD.KmrK 88 + 45	133	0,84	0,11	12%
	6	DD.KmrK 88 + 55	143	0,80	0,15	16%
	7	DD.KmrK 92 + 45	137	0,82	0,13	14%
	8	DD.KmrK 92 + 55	147	0,78	0,17	18%
Poznámka: Profil DD.KmrK 68 + 45 je porovnávací.						

Skupina profilů D2_DD.KmrK – vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu dřevina smrk, porovnání profilů



Graf 5.4.5.2.1 Dvojitá okna DD.KmrK – Vliv konstrukce profilu ve skupině D2 na hodnotu U_f

C1Av_DK) Vyhodnocení vlivu konstrukce profilů oken skupiny DK na hodnotu U_f

Z tabulky a grafu pro typy profilů ve skupině DK-DD.KmrK vyplývá:

- Zvýšením celkové tloušťky při zachování stejného tvaru profilů rámu na vnější straně (E_p) a interiérové straně (I_p) z 113 mm na 123, 133, 137, 143 a 147 mm se od hranice významnosti (5 %) zlepšuje (snižuje) hodnota U_f rámu.
- Ve srovnání s referenčním profilem to činí zlepšení o 6 % pro tloušťku 123 mm až po 18 % pro tloušťku 147 mm. Zlepšení (snížení) hodnoty U_f rámu vede ke zlepšení hodnoty U_w okna.

C1BC_DD.KmrK) Vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w a splnění požadované $U_{w,N}$

V tabulkách 5.4.5.2.2–5.4.5.2.5 je uveden vliv celé konstrukce (sloupec 2) dvojitých oken – kombinace moderní a renovované konstrukce (DD.KmrK) na hodnotu U_w (sloupec 6) a splnění současných i doporučených (nadčasových) požadavků na hodnotu $U_{w,N}$ podle STN a ČSN 73 0540-2 (sloupce 7, 8, 9).

Tab. 5.4.5.2.2: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.KmrR: typ 68 E_p) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna v skupině DD.KmrK			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	Tl. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m ² .K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,71	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2	ČSN 73 0540-2	doporuč. hodnoty
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 45 mm, zasklení D+J (Ar): DD.KmrK_1A								
1AA	DJ.mK 68_D.Ar_1,13_Ep	68						
1AB	DJ.hR 45_J.PLX_5,8_Ip	45						
1AC	DD.KmrK 68-45_1A_celek	68+45	1,05	-0,34	-48%	Ne	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 45 mm, zasklení D+J (Air): DD.KmrK_1B								
1BA	DJ.mK 68_D.Air_1,43_Ep	68						
1BB	DJ.hR 45_J.PLX_5,8_Ip	45						
1BC	DD.KmrK 68-45_1B_celek	68+45	1,15	-0,44	-62%	Ne	Ano	Ne

DD okno – tl. profilu rámu 68 + 55 mm, zasklení D+D (Ar): DD.KmrK_2A								
2AA	DJ.mK 68_DAr_1,13_Ep	68						
2AB	DJ.hR 55_DAr_1,13_lp	55						
2AC	DD.KmrK 68-55_2A_celek	68+55	0,71	0,00	0%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 55 mm, zasklení D+D (Air): DD.KmrK_2B								
2BA	DJ.mK 68_DAir_1,43_Ep	68						
2BB	DJ.hR 55_DAir_1,43_lp	55						
2BC	DD.KmrK 68-55_2B_celek	68+55	0,80	-0,09	-12%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 55 mm, zasklení T+D (Ar): DD.KmrK_3A								
3AA	DJ.mK 68_TAr_0,72_Ep	68						
3AB	DJ.hR 55_DAr_1,13_lp	55						
3AC	DD.KmrK 68-55_3A_celek	68+55	0,63	0,08	11%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 55 mm, zasklení T+D (Air): DD.KmrK_3B								
3BA	DJ.mK 68_T Air_0,94_Ep	68						
3BB	DJ.hR 55_D Air_1,39_lp	55						
3BC	DD.KmrK 68-55_3B_celek	68+55	0,71	0,00	0%	Ano	Ano	Ne
Poznámka: Porovnávací konstrukci okna v skupině DD.KmrK oken je DD.KmrK 68+55 mm 2A						část 1/4		
Důvod: nejbližší konstrukce okna vyhovující požadavku $U_{w,N} = 0,85$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

Tab. 5.4.5.2.3: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.KmrR: typ 78 Ep) na U_w a splnění U_{wN}

Identifikace			Vliv konstr. okna v skupině DD.KmrK			Splnění požadavku U_{wN}		
P.č.	Označení konstrukce okna	Tl. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,71	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 45 mm, zasklení T+J (Ar): DD.KmrK_4A								
4AA	DJ.mK 78_T Ar_0,68- Ep	78						
4AB	DJ.mK 45_J PLX_5,8_lp	45						
4AC	DD.KmrK 78-45_4A_celek	78+45	0,84	-0,12	-17%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 45 mm, zasklení T+J (Air): DD.KmrK_4B								
4BA	DJ.mK 78_T Air_0,87- Ep	78						
4BB	DJ.mK 45_J PLX_5,8_lp	45						
4BC	DD.KmrK 78-45_4B_celek	78+45	0,92	-0,20	-29%	Ne	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 55 mm, zasklení T+D (Ar): DD.KmrK_5A								
5AA	DJ.mK 78_TAr_0,68_Ep	78						
5AB	DJ.mK 55_DAr_1,13_lp	55						
5AC	DD.KmrK 78-55_5A_celek	78+55	0,60	0,11	15%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 55 mm, zasklení T+D (Air): DD.KmrK_5B								
5BA	DJ.mK 78_TAir_0,87_Ep	78						
5BB	DJ.mK 55_DAir_1,43_lp	55						
5BC	DD.KmrK 78-55_5B_celek	78+55	0,68	0,03	4%	Ano	Ano	Ne
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DD.KmrK oken je DD.KmrK 68+55 mm 2A						část 2/4		
Důvod: nejbližší konstrukce okna vyhovující požadavku $U_{wN} = 0,85$ při Air v zasklení p o úniku Ar.								

Tab. 5.4.5.2.4: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.KmrR: typ 88 Ep) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna v skupině DD.KmrK			Splnění požadavku U_{wN}		
P.č.	Označení konstrukce okna	Tl. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,71	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 45 mm, zasklení T+J (Ar): DD.KmrK_6A								
6AA	DJ.mK 88_T.Ar_0,69_Ep	88						
6AB	DJ.mK 45_J PLX_5,8_Ip	45						
6AC	DD.KmrK 88-45_6A_celek	88+45	0,81	-0,10	-14%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 45 mm, zasklení T+J (Air): DD.KmrK_6B								
6BA	DJ.mK 88_T.Air_0,91_Ep	88						
6BB	DJ.mK 45_J PLX_5,8_Ip	45						
6BC	DD.KmrK 88-45_6B_celek	88+45	0,90	-0,19	-27%	Ne	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 55 mm, zasklení T+D (Ar): DD.KmrK_7A								
7AA	DJ.mK 88_T.Ar_0,69_Ep	88						
7AB	DJ.mK 55_D.Ar_1,13_Ip	55						
7AC	DD.KmrK 88-55_7A_celek	88+55	0,59	0,12	17%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 55 mm, zasklení T+D (Air): DD.KmrK_7B								
7BA	DJ.mK 88_T.Ar_0,91_Ep	88						
7BB	DJ.mK 55_D.Air_1,39_Ip	55						
7BC	DD.KmrK 88-55_7B_celek	88+55	0,67	0,04	6%	Ano	Ano	Ne
Poznámka: Porovnávací konstrukci okna v skupině DD.KmrK oken je DD.KmrK 68+55 mm 2A						část 3/4		
Důvod: nejbližší konstrukce okna vyhovující požadavku $U_{wN} = 0,85$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

Tab. 5.4.5.2.5: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.KmrR: typ 92 Ep) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna v skupině DD.KmrK			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	Tl. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,71	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 45 mm, zasklení T+J (Ar): DD.KmrK_8A								
8AA	DJ.mK 92_T.Ar_0,68_Ep	92						
8AB	DJ.mK 45_1 PLX_5,8_Ip	45						
8AC	DD.KmrK 92-45_8A_celek	92+45	0,79	-0,08	-12%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 45 mm, zasklení T+J (Air): DD.KmrK_8B								
8BA	DJ.mK 92_T.Air_0,87_Ep	92						
8BB	DJ.mK 45_1 PLX_5,8_Ip	45						
8BC	DD.KmrK 92-45_8B_celek	92+45	0,88	-0,17	-23%	Ne	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 55 mm, zasklení T+D (Ar): DD.KmrK_9A								
9AA	DJ.mK 92_T.Ar_0,68_Ep	92						
9AB	DJ.mK 55_D.Ar_1,13_Ip	55						
9AC	DD.KmrK 92-55_9A_celek	92+55	0,58	0,13	18%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 55 mm, zasklení T+D (Air): DD.KmrK_9B								
9BA	DJ.mK 92_T.Air_0,87_Ep	92						
9BB	DJ.mK 55_D.Air_1,39_Ip	55						
9BC	DD.KmrK 92-55_9B_celek	92+55	0,65	0,06	8%	Ano	Ano	Ne
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DD.KmrK oken je DD.KmrK 68+55 mm 2A						část 4/4		
Důvod: nejbližší konstrukci okna vyhovující požadavku $U_{w,N} = 0,85$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

C1Bv – DD.KmrK vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na hodnotu U_w ve skupině DD.KmrK dvojitých oken byla vybrána referenční konstrukce DD.KmrK 68-55_2A_celek (ř. č. 2AC, část 1/4). Důvodem je, že se jedná o konstrukci okna s $U_{w,N} = 0,71$ (s návazností na $U_w = 0,80$ při výplni Air v zasklení), která vyhovuje požadavku $U_{w,N} = 0,85$.

Od referenční konstrukce DD.KmrK 68-55_2A_celek byl porovnáván vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DD.KmrK na hodnotu U_w . Tento vliv je vyjádřen procentuálně v sloupci č.6, ze kterého vyplývá:

- Zhoršení (zvýšení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna: Vyjádřeno zápornou procentní hodnotou ve sloupci č.6. Například konstrukce DD.KmrK 68-45_1A_celek (ř. č. 1AC v části tabulky 1/2) je až o 48 % horší než referenční konstrukce, která splňuje $U_{w,N} = 0,85$.
- Zhoršenou hodnotu U_w mají také všechna dvojítá okna, která obsahují alespoň jeden profil o tloušťce 45 mm s jednoduchým sklem (viz sloupec č.6). U konstrukcí oken se zaskleními s výplní Air dochází individuálně ke zhoršení hodnoty U_w .
- Zlepšení (snížení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna: Vyjádřeno kladnou procentní hodnotou ve sloupci č.6. Například konstrukce DD.KmrK 68-55_3A_celek (ř. č. 3AC, tab. část 1/4) je významně o 10 % lepší než referenční konstrukce, která splňuje $U_{w,N} = 0,85$.

C1Cv - DD.KmrK Hodnocení: Splnění $U_{w,N}$ hodnoty konstrukcemi oken

a) Splnění současné požadavky $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DD.KmrK je uvedeno podle STN 73 0540-2 ve sloupci č. 7 a podle ČSN 73 0540-2 ve sloupci č. 8. Požadavkům vyhovuje několik konstrukcí: DD.KmrK 68-55_2A_celek (č. ř. 2AC, část 1/4) a všechny následující konstrukce, kromě těch, které kombinují profily o tloušťce 45 mm (lp).

Významným rysem konstrukcí ve skupině DD.KmrK je, že izolační zasklení s výplní Ar je nejen ekonomicky výhodné z hlediska ceny plynu, ale i v případě úniku plynu ze zasklení. I když dojde ke zhoršení U_w hodnoty, konstrukce oken nadále splňují požadavek $U_{w,N} = 0,85$ i po nahrazení plynu Ar vzduchem (Air). Tyto okna tak spolehlivě splňují časem například požadavek $U_{w,N}$ normy STN (sloupec 7), stejně jako požadavek normy ČSN (řádek 4E, sloupec 8).

U referenční konstrukce DD.KmrK 68-55_2A_celek je třeba zdůraznit, že obě části okna (E_p a l_p) jsou vybaveny izolačním dvojsklem s výplní Ar, což je nejehospodárnější konstrukce v dané skupině z hlediska profilů a zasklení se zajištěnou spolehlivostí v čase (pro $U_{w,N} = 0,85$) podle STN i ČSN 73 0540-2 (včetně případné změny Ar na Air ve zasklení).

b) Splnění doporučené hodnoty (nadčasové) podle STN a ČSN v dané skupině splňuje konstrukce okna DD.KmrK 88-55_7A_celek (ř. č. 7AC, část 3/4) a DD.KmrK 92-55_9A_celek (ř. č. 9AC, část 4/4).

5.4.5.3 Dvojítá okna – modely moderní konstrukce – profily D1_DD.M1mK

Z hlediska objektivního zkoumání a dosažení konstrukce okna i pro splnění nadčasové požadavky $U_{w,N} = 0,6$ a její spolehlivosti v čase (zachování U_w hodnoty po zhoršení U_g zasklení) byly sestaveny modely dvojitých oken (DD.MmK). Výsledky jsou uvedeny v následující části.

Poznámka: Samozřejmě je prakticky důležitá i hospodárnost a cenová dostupnost takovéto konstrukce, z tohoto důvodu je potřeba zkoumání rozšířit, avšak není to detailní předmět této práce.

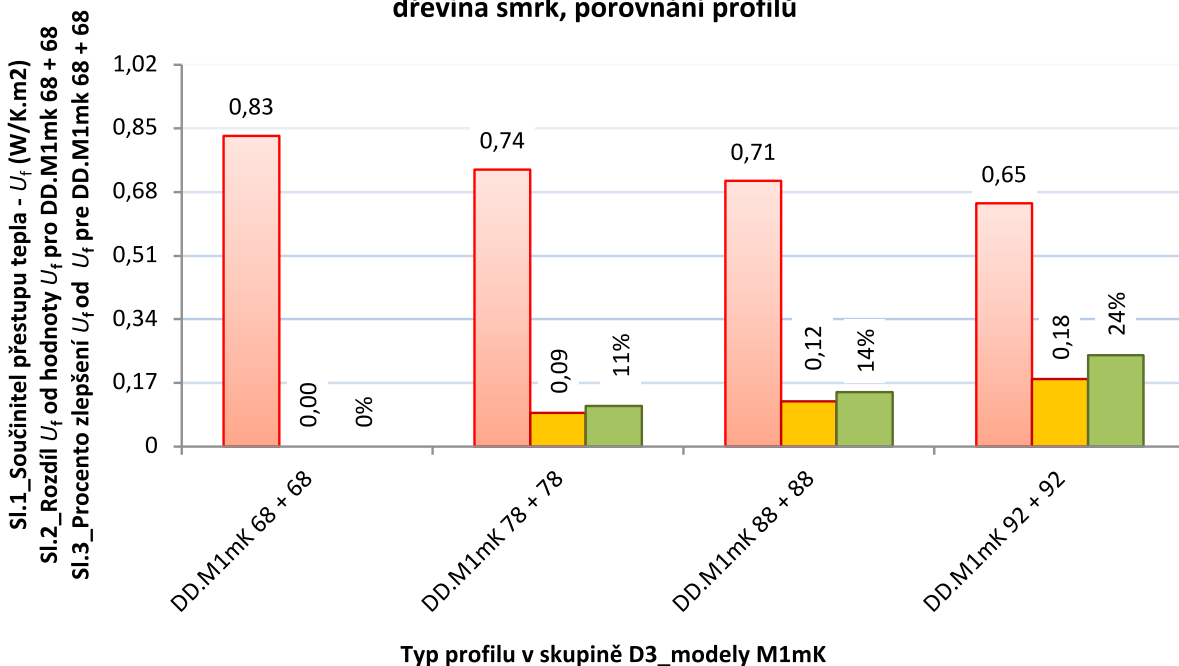
C1A- DD.M1mK) Vliv konstrukce profilů ráků oken skupiny D1 na U_f – hodnotu

Přehled výsledků U_f hodnoty profilů ráků oken (sl. č. 4) skupiny D1_DD.M1mK a vliv změny tloušťky profilů na U_f hodnotu (sl. č. 6) jsou uvedeny v Tab. 5.4.5.3.1 a grafu 5.4.5.3.1.

Tab. 5.4.5.3.1 Dvojitá okna DD.M1mK – Vliv konstrukce profilů skupiny D3 na U_f hodnotu

Skupina profilů	Identifikace				Porovnání profilů ve skupině	
	P.č.	Označení	Celk. tl. profilů [mm]	Hodnota U_f W/(m².K)	Rozdíl od hodnoty p.č. 1	Vliv profilu na zlepšení U_f %
	1	2	3	4	5	6
D1_DD.M1mK	3. Dřevěná okna dvojitá – modely M1mK stejné profily					
	1	DD.M1mK 68 + 68	136	0,83	0,00	0%
	2	DD.M1mK 78 + 78	156	0,74	0,09	11%
	3	DD.M1mK 88 + 88	176	0,71	0,12	14%
	4	DD.M1mK 92 + 92	184	0,65	0,18	24%
Poznámka: Profil DD.M1mK 68 + 68 je porovnávací.						

Skupina profilů D3_modely M1mK – vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu dřevina smrk, porovnání profilů



Graf. 5.4.5.3.1 Dvojitá okna DD.M1mK – Vliv konstrukce profilů skupiny D1 na U_f hodnotu

C1Av_ D1) Vyhodnocení vlivu konstrukce profilů oken skupiny D1 na U_f hodnotu

Z tabulky a grafu pro typy profilů ve skupině D1_DD.M1mK vyplývá:

- Zvyšováním celkové tloušťky při zachování stejného tvaru profilů ráků na vnější straně (E_p) a vnitřní straně (I_p) z 136 mm na 156, 176 a 184 mm se od hranice významnosti (5 %) zlepšuje (snižuje) U_f hodnota rámu.
- Ve srovnání s referenčním profilem to činí 11 % pro tloušťku 156 mm, 14 % pro tloušťku 176 mm a 24 % pro tloušťku 184 mm. Zlepšení (snížení) U_f hodnoty rámu zlepšuje U_w hodnotu okna.

C1BC_DD.M1mK) Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu a splnění požadované U_{wN}

V Tab. 5.4.5.3.2–5.4.5.3.3 je uveden vliv celé konstrukce (sl. 2) dvojitých oken – modely moderní konstrukce DD.M1mK na U_w hodnotu (sl. 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na U_{wN} hodnotu podle STN a ČSN 73 0540-2 (sl. 7, 8, 9).

Tab. 5.4.5.3.2: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.M1mK: stejné tl. Ep+Ip) na U_w a splnění U_{wN}

Identifikace			Vliv konstr. okna v skupině DDM1mK			Splnění požadavku U_{wN}		
P.č.	Označení konstrukce okna	Tl. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,51	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení D+D (Ar): DDM1mK_1A								
1AA	DJ.mK 68_DAr 1.13_Ep	68						
1AB	DJ.mK 68_DAr 1.13_Ip	68						
1AC	DDM1mK 68-68_1A_celek	68+68	0,69	-0,17	-34%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení D+D (Air): DDM1mK_1B								
1BA	DJ.mK 68_DAir 1.43_Ep	68						
1BB	DJ.mK 68_DAir 1.43_Ip	68						
1BC	DDM1mK 68-68_1B_celek	68+68	0,77	-0,26	-51%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení D+D (Kr): DDM1mK_2A								
2AA	DJ.mK 68_DKr 0.99_Ep	68						
2AB	DJ.mK 68_DKr 0.99_Ip	68						
2AC	DDM1mK 68-68_2A_celek	68+68	0,64	-0,13	-26%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení D+D (Air): DDM1mK_2B								
2BA	DJ.mK 68_DAir 1.56_Ep	68						
2BB	DJ.mK 68_DAir 1.56_Ip	68						
2BC	DDM1mK 68-68_2B_celek	68+68	0,83	-0,32	-62%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení T+D (Ar): DDM1mK_3A								
3AA	DJ.mK 68_T.Ar 0.72_Ep							
3AB	DJ.mK 68_DKr 0.99_Ip							
3AC	DDM1mK 68-68_3A_celek	74	0,60	-0,08	-16%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení T+D (Air): DDM1mK_3B								
3BA	DJ.mK 68_T.Air 0.96_Ep	68						
3BB	DJ.mK 68_DAir 1.56_Ip	68						
3BC	DDM1mK 68-68_3B_celek	68+68	0,71	-0,20	-40%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení T+T (Ar): DDM1mK_4A								
4AA	DJ.mK 68_T.Ar 0.72_Ep	68						
4AB	DJ.mK 68_T. Ar 0.72_Ip	68						
4AC	DDM1mK 68-68_4A_celek	68+68	0,55	-0,04	-8%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl profilu rámu 68 + 68 mm, zasklení T+T (Air): DDM1mK_4B								
4BA	DJ.mK 68_T.Air 0.94_Ep	68						
4BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_Ip	68						
4BC	DDM1mK 68-68_4B_celek	68+68	0,63	-0,12	-23%	Ano	Ano	Ne
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DDM1mK oken je DDM1mK 78+78 mm 5A						část 1/2		
Důvod: nejblíže nadčasová konstrukce vyhovující požadavku $U_{wN} = 0,6$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

Tab. 5.4.5.3.3: Vliv konstrukce dvojitých oken (DDM1mK: stejné hr. Ep+Ip) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna v skupině DDM1mK			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	Hr. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,51	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno - tl. profilu rámu 78 + 78 mm, zasklení T+T (Ar): DDM1mK_5A								
5AA	DJ.mK 78_T.Ar 0.68_Ep	78						
5AB	DJ.mK 78_T Ar 0.68_Ip	78						
5AC	DD.M1mK 78-78_5A_celek	78+78	0,51	0,00	0%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 78 + 78 mm, zasklení T+T (Air): DDM1mK_5B								
5BA	DJ.mK 78_T.Air 0.87_Ep	78						
5BB	DJ.mK 78_T.Air 0.87_Ip	78						
5BC	DD.M1mK 78-78_5B_celek	78+78	0,57	-0,06	-12%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 88 + 88 mm, zasklení T+T (Ar): DDM1mK_6A								
6AA	DJ.mK 88_T.Ar 0.62_Ep	88						
6AB	DJ.mK 88_T.Ar 0.62_Ip	88						
6AC	DD.M1mK 88-88_6A_celek	88+88	0,47	0,04	8%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 88 + 88 mm, zasklení T+T (Air): DDM1mK_6B								
6BA	DJ.mK 88_T.Air 0.80_Ep	88						
6BB	DJ.mK 88_T.Ar 0.80_Ip	88						
6BC	DD.M1mK 88-88_6B_celek	88+88	0,53	-0,02	-3%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Kr): DDM1mK_7A								
7AA	DJ.mK 92_T.Kr 0.50_Ep	92						
7AB	DJ.mK 92_T.Kr 0.50_Ip	92						
7AC	DD.M1mK 92-92_7A_celek	92+92	0,42	0,09	17%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Air): DDM1mK_7B								
7BA	DJ.mK 92_T.Air 0.80_Ep	92						
7BB	DJ.mK 92_T.Air 0.80_Ip	92						
7BC	DD.M1mK 92-92_7B_celek	92+92	0,52	-0,01	-2%	Ano	Ano	Ano
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DDM1mK oken je DDM1mK 78+78 mm 5A						část 2/2		
Důvod: nejbližší nadčasová konstrukce vyhovující požadavku $U_{w,N} = 0,6$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

C1Bv – DDM1mK hodnocení: Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu

Pro porovnání vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu ve skupině DDM1mK dvojitých oken byla vybrána referenční konstrukce DDM1mK 78-78_5A_celek (ř. č. 5AC, tab. část 2/2). Důvodem je, že se jedná o nejbližší konstrukci okna ($U_w = 0,51$ s navázáním na $U_w = 0,57$ s Air ve zasklení ř. č. 5BC, tab. část 2/2), která vyhovuje požadavku $U_{w,N} = 0,60$.

Od referenční konstrukce DDM1mK 78-78_5A_celek je porovnáván vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DDM1mK na U_w hodnotu. Výsledek je vyjádřen procentuálně ve sloupci č. 6, z něhož vyplývá:

- Zhoršení (zvýšení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno zápornou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6, např. konstrukce DDM1mK 68-68_1A_celek (ř. č. 1AC, tab. část 1/2) je až o 34 % horší než referenční konstrukce, která splňuje $U_{w,N} = 0,60$.
- Zhoršenou U_w hodnotu mají i všechna dvojitá okna, která mají alespoň jeden profil s tloušťkou 68 mm (viz sl. 6), stejně tak všechny konstrukce oken se zasklením s výplní Air.
- Zlepšení (snížení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno kladnou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6, např. konstrukce DDM1mK 92-92_7A_celek (ř. č. 7AC, tab. část 2/2) je významně o 17 % lepší

než referenční konstrukce, která splňuje $U_{wN} = 0,85$. Zlepšenou konstrukcí o 8 % je také 6AC DDM1mK 88-88_6A_celek (ř. č. 6AC, tab. část 2/2).

C1Cv – DD.M1mK hodnocení: splnění U_{wN} hodnoty konstrukcemi oken

a) Splnění současné požadavky U_{wN} konstrukcemi oken ve skupině DD.M1mK je uvedeno podle STN 73 045-2 ve sloupci č. 7, podle ČSN 73 045-2 ve sloupci č. 8. Vyhovují všechny konstrukce.

b) Splnění doporučené (nadčasové) hodnoty podle STN a ČSN v dané skupině splňují konstrukce oken s profily tloušťky 78+78 a většími (viz sl. 2, 3, 4), které jsou spolehlivé i v čase. Také okna 3AC DD.M1mK 68-68_3A_celek (ř. č. 3AC, tab. část 1/2) a DD.M1mK 68-68_4A_celek (ř. č. 4AC, tab. část 1/2) splňují nadčasovou hodnotu.

Pro referenční konstrukci DD.M1mK 78-78_5A_celek je třeba zdůraznit, že obě části okna (E_p a I_p) mají izolační trojskla s výplní Ar, což je nejehospodárnější konstrukce ve skupině z hlediska profilů a zasklení, se spolehlivostí a životností v čase (pro $U_{wN} = 0,60$) podle STN a ČSN 73 0540-2 (i po změně Ar na Air ve zasklení).

5.4.5.4 Dvojitá okna – modely moderní konstrukce – profily D27_DD.M2-7mK

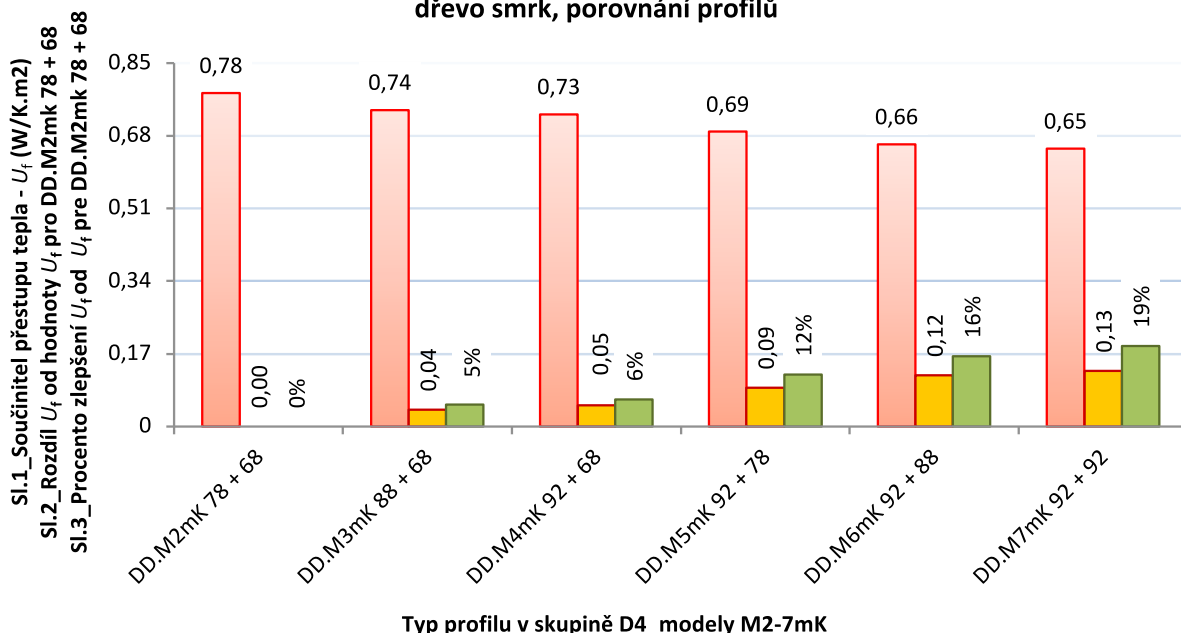
C1A-D27) Vliv konstrukce profilů rámců oken skupiny D27 na U_f hodnotu

Přehled výsledků U_f hodnoty profilů rámců oken (sl. č. 4) skupiny D27_DD.M2-7mK a vliv změny tloušťky profilů na U_f hodnotu (sl. č. 6) jsou uvedeny v Tab. 5.4.5.4.1 a grafu 5.4.5.4.1.

Tab. 5.4.5.4.1: Dvojitá okna DDM2-7mK – Vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu

Skupina profilů	Identifikace				Porovnání profilů ve skupině	
	P.č.	Označení	Celk. tl. profilů [mm]	Hodnota U_f W/(m².K)	Rozdíl od hodnoty p.č. 1	Vliv profilu na zlepšení U_f %
	1	2	3	4	5	6
D27_DD.M2-7mK	4. Dřevěná okna dvojitá – modely M2-7mk různé profily					
	1	DDM2mK 78 + 68	146	0,78	0,00	0%
	2	DDM3mK 88 + 68	156	0,74	0,04	5%
	3	DDM4mK 92 + 68	160	0,73	0,05	6%
	4	DDM5mK 92 + 78	170	0,69	0,09	12%
	5	DDM6mK 92 + 88	180	0,66	0,12	16%
	6	DDM7mK 92 + 92	184	0,65	0,13	19%
Poznámka: Profil DDM2mK 78 + 68 je porovnávací.						

Skupina profilů D4_modely M2-7mk – vliv konstrukce profilu na U_f hodnotu dřevo smrk, porovnání profilů



Graf 5.4.4.3.1 Dvojitá okna DD.M27mk – Vliv konstrukce profilů skupiny D27 na U_f hodnotu

C1Av_D27) Vyhodnocení vlivu konstrukce profilů oken skupiny D27 na U_f hodnotu

Z tabulky a grafu pro typy profilů ve skupině D27_DD.M2-7mk vyplývá:

- Zvýšením celkové tloušťky při zachování stejného tvaru profilů rámu na vnější straně (E_p) a vnitřní straně (I_p) z 146 mm na 156, 160, 170, 180 a 184 mm se z hranice významnosti (5 %) zlepšuje (snižuje) U_f hodnota rámu o 50 % až 19 % (viz tabulka).
- Zlepšení (snížení) U_f hodnoty rámu zlepšuje U_w hodnotu okna.

C1BC_DD.M2mk) Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu a splnění požadované $U_{w,N}$

V tab. 5.4.5.4.2 je uveden vliv celé konstrukce (sl. 2) dvojitých oken – modely moderní konstrukce DD.M2mk na U_w hodnotu (sl. 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na $U_{w,N}$ hodnotu podle STN a ČSN 73 0540-2 (sl. 7, 8, 9).

Tab. 5.4.5.4.2: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.M2Kmk: typ 78 Ep + 68 Ip) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna v skupině DD.M2mk			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	TL rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,53	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+D (Ar,Kr): DD.M2mk_1A								
1AA	DJ.mK 78_T.Ar 0.68_Ep	78						
1AB	DJ.mK 68_D.Kr 0.99_Ip	68						
1AC	DD.M2mk 78-68_1A_celek	78+68	0,57	-0,04	-7%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+D (Air,Air): DD.M2mk_1B								
1BA	DJ.mK 78_T.Air 0.87_Ep	78						
1BB	DJ.mK 68_D.Air 1.56_Ip	68						

1BC	DDM2mK 78-68_V1B_celek	78+68	0,68	-0,14	-27%	Ano	Ano	Ne
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM2mK_2A								
2AA	DJ.mK 78_T.Ar 0.68_Ep	78						
2AB	DJ.mK 68_T. Ar 0.72_Ip	68						
2AC	DDM2mK 78-68_2A_celek	78+68	0,53	0,00	0%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM2mK_2B								
2BA	DJ.mK 78_T.Air 0.87_Ep	78						
2BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_Ip	68						
2BC	DDM2mK 78-68_2B_celek	78+68	0,60	-0,07	-12%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM2mK_3A								
3AA	DJ.mK 78_T.Ar 0.60_Ep	78						
3AB	DJ.mK 68_T. Ar 0.72_Ip	68						
3AC	DDM2mK 78-68_3A_celek	78+68	0,52	0,01	3%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM2mK_3B								
3BA	DJ.mK 78_T.Air 0.76_Ep	78						
3BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_Ip	68						
3BC	DDM2mK 78-68_3B_celek	78+68	0,58	-0,05	-9%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Kr, Kr): DDM2mK_4A								
4AA	DJ.mK 78_T.Kr 0.49_Ep	78						
4AB	DJ.mK 68_T.Kr 0.50_Ip	68						
4AC	DDM2mK 78-68_4B_celek	78+68	0,47	0,07	12%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 78 + 68 mm, zasklení T+T (Air, Air): DDM2mK_4B								
4BA	DJ.mK 78_T.Air 0.71_Ep	78						
4BB	DJ.mK 68_T. Air 0.72_Ip	68						
4BC	DDM2mK 78-68_4B_celek	78+68	0,57	-0,04	-7%	Ano	Ano	Ano
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DDM2mK oken je DDM2mK 78+68 mm 2A						část 1/1		
Důvod: nejbližší nadčasová konstrukce vyhovující požadavku $U_{w,n} = 0,6$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

C1Bv – DDM2mK vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na U_w hodnotu ve skupině DDM2mK dvojitých oken je vybrána referenční konstrukce DDM2mK 78-68_2A_celek (ř. č. 2AC, tab. část 1/1). Důvodem je, že se jedná o nejbližší konstrukci okna ($U_w = 0,53$ s návazností na $U_w = 0,60$ s Air ve zasklení, ř. č. 2BC), která vyhovuje požadavku $U_{w,N} = 0,60$.

Od referenční konstrukce DDM2mK 78-68_2A_celek je porovnáván vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DDM2mK na U_w hodnotu. Vyjádřeno je procentuálně ve sloupci č. 6, z něhož vyplývá:

- zhoršení (zvýšení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno je zápornou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6, např. konstrukce DDM2mK 78-68_1A_celek (ř. č. 1AC, tab. část 1/) je o 7 % horší než referenční konstrukce, která splňuje $U_{w,N} = 0,60$.
- zhoršenou U_w hodnotu mají také všechna dvojitá okna s $U_g = 0,90$ alespoň jednoho zasklení a všechna se zaskleními s výplní Air.
- zlepšení (snížení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno je kladnou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6, všechny konstrukce s $U_g = 0,7$ a lepší.

C1Cv – DDM2mK vyhodnocení: splnění $U_{w,N}$ hodnoty konstrukcemi oken

a) Splnění současné požadavky $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DDM2mK je uvedeno podle STN 73 045-2 ve sloupci č. 7, podle ČSN 73 045-2 ve sloupci č. 8, a vyhovují všechny konstrukce.

b) Splnění doporučené (nadčasové) hodnoty podle STN a ČSN v dané skupině splňují všechny konstrukce oken, které jsou spolehlivé i v čase, s výjimkou DDM2mK 78-68_V1B_celek, protože v zasklení je Air.

Pro referenční konstrukci DD.M2mK 78-68_2A_celek je třeba zdůraznit, že obě části okna (Ep a Ip) mají izolační trojskla s výplní Ar, což je nejehospodárnější konstrukce ve skupině z hlediska profilů a zasklení, s spolehlivostí a životností U_w v čase (pro $U_{w,N} = 0,60$) podle STN a ČSN 73 0540-2 (i po změně Ar na Air ve zasklení).

C1BC_ DD.M3mK) Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu a splnění požadované $U_{w,N}$

V tab. 5.4.5.4.3 je uveden vliv celé konstrukce (sl. 2) dvojitých oken – modely moderní konstrukce DD.M3mK na U_w hodnotu (sl. 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na $U_{w,N}$ hodnotu podle STN a ČSN 73 0540-2 (sl. 7, 8, 9).

Tab. 5.4.5.4.3: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.M3mK: typ 88 Ep + 68 Ip) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna ve skupině DD.M3mK			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	TL rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,52	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DD.M3mK_1A								
1AA	DJmK 88_T.Ar 0.68_Ep	88						
1AB	DJmK 68_T. Ar 0.72_Ip	68						
1AC	DDM3mK 88-68_1A_celek	88+68	0,52	0,00	0%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M3mK_1B								
1BA	DJmK 88_T.Air 0.68_Ep	88						
1BB	DJmK 68_T. Air 0.72_Ip	68						
1BC	DDM3mK 88-68_1B_celek	88+68	0,59	-0,07	-13%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Kr): DD.M3mK_2A								
2AA	DJmK 88_T.Ar 0.60_Ep	88						
2AB	DJmK 68_T.Kr 0.58_Ep	68						
2AC	DDM3mK 88-68_2A_celek	88+68	0,49	0,03	6%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M3mK_2B								
2BA	DJmK 88_T.Air 0.76_Ep	88						
2BB	DJmK 68_T.Air 0.96_Ep	68						
2BC	DDM3mK 88-68_2B_celek	88+68	0,57	-0,05	-9%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Kr,Kr): DD.M3mK_3A								
3AA	DJmK 88_T.Kr 0.49_Ep	88						
3AB	DJmK 68_T.Kr 0.50_Ip	68						
3AC	DDM3mK 88-68_3A_celek	88+68	0,46	0,08	15%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 88 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M3mK_3B								
3BA	DJmK 88_T.Air 0.71_Ep	88						
3BB	DJmK 68_T. Air 0.72_Ip	68						
3BC	DDM3mK 88-68_3B_celek	88+68	0,56	-0,04	-7%	Ano	Ano	Ano
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DD.M3mK oken je DD.M2mK 88+68 mm 1A část 1/1								
Důvod: nejbližší nadčasová konstrukce vyhovující požadavku $U_{w,N} = 0,6$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

C1Bv – DD.M3mK vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na U_w hodnotu ve skupině DD.M3mK dvojitých oken byla vybrána referenční konstrukce DD.M3mK 88-68_1A_celek (ř. č. 1AC, tab. část 1/1). Důvodem je, že se jedná o nejbližší konstrukci okna ($U_w = 0,52$ s návazností na $U_w = 0,59$ s Air v zasklení, ř. č. 1BC), která vyhovuje požadavku $U_{w,N} = 0,60$.

Od referenční konstrukce DD.M3mK 88-68_1A_celek je porovnáván vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DD.M3mK na U_w hodnotu. Vyjádřen je procentuálně v sl. č. 6, z čehož vyplývá:

- zhoršení (zvýšení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno zápornou procentuální hodnotou ve sl. č. 6,
- zhoršenou U_w hodnotu mají také všechna dvojitá okna se zaskleními s výplní Air,
- zlepšení (snížení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno kladnou procentuální hodnotou ve sl. č. 6 mají všechny konstrukce s nižší hodnotou než $U_{g_0} = 0,7$.

C1Cv - DD.M3mK vyhodnocení: splnění $U_{w,N}$ hodnoty konstrukcemi oken

a) Splnění současné požadavky $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DD.M3mK je uvedeno podle STN 73 045-2 ve sl. č. 7, podle ČSN 73 045-2 ve sl. č. 8, a vyhovují všechny konstrukce.

b) Splnění doporučené (nadčasové) hodnoty podle STN a ČSN v dané skupině splňují všechny konstrukce oken, které jsou spolehlivé i v čase, když ze zasklení unikne Ar a vymění se za Air.

Pro referenční konstrukci DD.M3mK 88-68_1A_celek je třeba zdůraznit, že obě části okna (E_p a I_p) mají izolační trojskla s výplní Ar, což je nejehospodárnější konstrukce v skupině z hlediska profilů a zasklení, se spolehlivostí a životností U_w v čase (pro $U_{w,N} = 0,60$) podle STN a ČSN 73 0540-2 (i po změně Ar na Air v zasklení).

C1BC_ DD.M4mK) Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu a splnění požadované $U_{w,N}$

V Tab. 5.4.5.4.4 je uveden vliv celé konstrukce (sl. 2) dvojitých oken - modely moderní konstrukce DD.M4mK na U_w hodnotu (sl. 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na $U_{w,N}$ hodnotu podle STN a ČSN 73 0540-2 (sl. 7, 8, 9).

Tab. 5.4.5.4.4: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.M4mK: typ 92 Ep + 68 Ip) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna ve skupině DD.M4mK			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	Hr. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,52	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DD.M4mK_1A								
1AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.68_Ep	92						
1AB	DJ.mK 68_T. Ar 0.72_Ip	68						
1AC	DD.M4mK 92-68_1A_celek	92+68	0,52	0,00	0%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M4mK_1B								
1BA	DJ.mK 92_T.Air 0.87_Ep	92						
1BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_Ip	68						
1BC	DD.M4mK 92-68_1B_celek	92+68	0,58	-0,06	-12%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Ar,Kr): DD.M4mK_2A								
2AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.60_Ep	92						
2AB	DJ.mK 68_T.Kr 0.58_Ep	68						
2AC	DD.M4mK 92-68_2A_celek	92+68	0,48	0,04	7%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M4mK_2B								
2BA	DJ.mK 92_T.Air 0.76_Ep	92						
2BB	DJ.mK 68_T.Air 0.96_Ep	68						
2BC	DD.M4mK 92-68_2B_celek	92+68	0,56	-0,04	-8%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Kr,Kr): DD.M4mK_3A								
3AA	DJ.mK 92_T.Kr 0.49_Ep	92						
3AB	DJ.mK 68_T.Kr 0.50_Ip	68						
3AC	DD.M4mK 92-68_3A_celek	92+68	0,45	0,07	13%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 68 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M4mK_3B								
3BA	DJ.mK 92_T.Air 0.71_Ep	92						
3BB	DJ.mK 68_T. Air 0.94_Ip	68						
3BC	DD.M4mK 92-68_3B_celek	92+68	0,55	-0,03	-6%	Ano	Ano	Ano
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DD.M4mK oken je DD.M4mK 92+68 mm 1A								
Důvod: nejbližší nadčasová konstrukce vyhovující požadavků $U_{w,N} = 0,6$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

část 1/1

C1Bv – DD.M4mK vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na U_w hodnotu ve skupině DD.M4mK dvojitých oken byla vybrána referenční konstrukce DD.M4mK 92-68_1A_celek (ř. č. 1AC, tab. část 1/1). Důvodem je, že se jedná o nejbližší konstrukci okna ($U_w = 0,52$ s návazností na $U_w = 0,58$ s Air v zasklení, ř. č. 1BC), která vyhovuje požadavku $U_{w,N} = 0,60$. Od referenční konstrukce DD.M4mK 92-68_1A_celek je porovnáván vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DD.M4mK na U_w hodnotu. Tento vliv je vyjádřen procentuálně ve sl. č. 6, z něhož vyplývá:

- zhoršení (zvýšení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno zápornou procentuální hodnotou ve sl. č. 6,
- zhoršenou U_w hodnotu mají také všechna dvojitá okna se zasklením s výplní Air,
- zlepšení (snížení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno kladnou procentuální hodnotou ve sl. č. 6 mají všechny konstrukce s nižší hodnotou než $U_g = 0,7$.

C1Cv - DD.M4mK vyhodnocení: Splnění U_w, N hodnoty konstrukcemi oken

a) Splnění současné požadavky $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DD.M4mK je uvedeno podle STN 73 045-2 ve sl. č. 7, podle ČSN 73 045-2 ve sl. č. 8, a vyhovují všechny konstrukce.

b) Splnění doporučené (nadčasové) hodnoty podle STN a ČSN v dané skupině splňují všechny konstrukce oken, které jsou spolehlivé i v čase, když ze zasklení unikne Ar a vymění se za Air.

Pro referenční konstrukci DD.M4mK 92-68_1A_celek je třeba zdůraznit, že obě části okna (E_p a I_p) mají izolační trojskla s výplní Ar, což je nejehospodárnější konstrukce ve skupině z hlediska profilů a zasklení s spolehlivostí a životností v čase (pro $U_{w,N} = 0,60$) podle STN a ČSN 73 0540-2 (i po změně Ar za Air v zasklení).

C1BC_ DD.M5mK) Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu a splnění požadované U_w, N

V tab. 5.4.5.4.5 je uveden vliv celé konstrukce (sl. 2) dvojitých oken – modely moderní konstrukce DD.M5mK na U_w hodnotu (sl. 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na $U_{w,N}$ hodnotu podle STN a ČSN 73 0540-2 (sl. 7, 8, 9).

Tab. 5.4.5.4.5: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.M5mK: typ 92 Ep+78 Ip) na U_w a splnění $U_{w,N}$

Identifikace			Vliv konstr. okna ve skupině DD.M5mK			Splnění požadavku $U_{w,N}$		
P.č.	Označení konstrukce okna	Tl. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m ² .K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,50	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DD.M5mK_1A								
1AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.68_Ep	92						
1AB	DJ.mK 78_T.Ar 0.68_Ep	78						
1AC	DD.M5mK 92-78_1A_celek	92+78	0,50	0,00	0%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M5mK_1B								
1BA	DJ.mK 92_T.Air 0.87_Ep	92						
1BB	DJ.mK 78_T.Air 0.87_Ep	78						
1BC	DD.M5mK 92-78_1B_celek	92+78	0,56	-0,06	-12%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DD.M5mK_2A								
2AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.60_Ep	92						
2AB	DJ.mK 78_T.Ar 0.60_Ep	78						
2AC	DD.M5mK 92-78_2A_celek	92+78	0,47	0,02	5%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M5mK_2B								
2BA	DJ.mK 92_T.Air 0.76_Ep	92						

2BB	DJ.mK 78_T.Air 0.76_Ep	78						
2BC	DD.M5mK 92-78_2B_celek	92+78	0,52	-0,03	-5%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Kr,Kr): DD.M5mK_3A								
3AA	DJ.mK 92_T.Kr 0.49_Ep	92						
3AB	DJ.mK 78_T.Kr 0.50_Ip	78						
3AC	DD.M5mK 92-78_3A_celek	92+78	0,44	0,06	12%	Ano	Ano	Ano
DD okno – tl. profilu rámu 92 + 78 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M5mK_3B								
3BA	DJ.mK 92_T.Air 0.71_Ep	92						
3BB	DJ.mK 78_T. Air 0.94_Ip	78						
3BC	DD.M5mK 92-78_3A_celek	92+78	0,54	-0,04	-9%	Ano	Ano	Ano
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DD.M5mK oken je DD.M5mK 92 + 78 1A část 1/1								
Důvod: nejbližší nadčasová konstrukce vyhovující požadavků $U_{w,N} = 0,6$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

C1Bv – DD.M5mK vyhodnocení: Vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na U_w hodnotu ve skupině DD.M5mK dvojitých oken byla vybrána referenční konstrukce DD.M5mK 92-78_1A_celek (ř. č. 1AC, tab. část 1/1). Důvodem je, že se jedná o konstrukci okna, která má $U_w = 0,52$ s návazností na $U_w = 0,58$ při použití Air ve zasklení (ř. č. 1BC) a vyhovuje požadavku $U_{w,N} = 0,60$.

Od referenční konstrukce DD.M5mK 92-78_1A_celek je porovnáván vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DD.M5mK na U_w hodnotu. Výsledek je vyjádřen procentuálně v sl. č. 6, z čehož vyplývá:

- Zhoršení (zvýšení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno zápornou procentuální hodnotou v sl. č. 6.
- Zhoršenou U_w hodnotu mají všechny dvojitá okna se zasklením s výplní Air.
- Zlepšení (snížení) U_w hodnoty vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno kladnou procentuální hodnotou v sl. č. 6 mají všechny konstrukce s hodnotou $U_g < 0,7$.

C1Cv – DD.M5mK vyhodnocení: splnění $U_{w,N}$ hodnoty konstrukcemi oken

a) Splnění současné požadavky $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DD.M5mK je uvedeno podle STN 73 045-2 v sl. č. 7, podle ČSN 73 045-2 v sl. č. 8. Vyhovují všechny konstrukce.

b) Splnění doporučené (nadčasové) hodnoty podle STN a ČSN v dané skupině splňují všechny konstrukce oken, které jsou spolehlivé i v čase, když ze zasklení unikne Ar a nahradí se za Air.

Pro referenční konstrukci DD.M5mK 92-78_1A_celek je třeba zdůraznit, že obě části okna (Ep a Ip) mají izolační trojskla s výplní Ar, což je nejehospodárnější konstrukce ve skupině z hlediska profilů a zasklení, se spolehlivostí a životností v čase (pro $U_{w,N} = 0,60$) podle norem STN a ČSN 73 0540-2 (i po změně Ar na Air ve zasklení).

C1BC_ DD.M6mK) Vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w a splnění požadované $U_{w,N}$

V tabulce 5.4.5.4.6 je uveden vliv celé konstrukce (sloupec 2) dvojitých oken – modely moderní konstrukce DD.M6mK – na hodnotu U_w (sloupec 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na hodnotu $U_{w,N}$ podle norem STN a ČSN 73 0540-2 (sloupce 7, 8, 9)

Tabulka 5.4.5.4.6: Vliv konstrukce dvojíých oken (DD.M6mK: typ 92 Ep + 88 Ip) na hodnotu U_w a splnění hodnoty U_{wN}

Identifikace			Vliv konstr. okna ve skupině DD.M6mK			Splnění požadavku U_{wN}		
P.č.	Označení konstrukce okna	Tl. rámu [mm]	Hodnota U_w W/(m².K)	Rozdíl od U_w hodnoty 0,49	Vliv konstr. okna na U_w %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DD.M6mK_1A								
1AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.68_Ep	92						
1AB	DJ.mK 88_T.Ar 0.68_Ep	88						
1AC	DD.M6mK 92-88_1A_celek	92+88	0,49	0,00	0%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M6mK_1B								
1BA	DJ.mK 92_T.Air 0.87_Ep	92						
1BB	DJ.mK 88_T.Air 0.87_Ep	88						
1BC	DD.M6mK 92-88_1B_celek	92+88	0,55	-0,06	-12%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DD.M6mK_2A								
2AA	DJ.mK 92_T.Ar 0.60_Ep	92						
2AB	DJ.mK 88_T.Ar 0.60_Ep	88						
2AC	DD.M6mK 92-88_2A_celek	92+88	0,46	0,02	5%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M6mK_2B								
2BA	DJ.mK 92_T.Air 0.76_Ep	92						
2BB	DJ.mK 88_T.Air 0.76_Ep	88						
2BC	DD.M6mK 92-88_2B_celek	92+88	0,51	-0,03	-5%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DD.M6mK_3A								
3AA	DJ.mK 92_T.Kr 0.49_Ep	92						
3AB	DJ.mK 88_T.Kr 0.50_Ip	88						
3AC	DD.M6mK 92-88_3A_celek	92+88	0,42	0,06	13%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 88 mm, zasklení T+T (Air,Air): DD.M6mK_3B								
3BA	DJ.mK 92_T.Air 0.71_Ep	92						
3BB	DJ.mK 88_T. Air 0.71_Ip	88						
3BC	DD.M6mK 92-88_3B_celek	92+88	0,50	-0,01	-2%	Ano	Ano	Ano
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DD.M6mK oken je DD.M6MmK 92 + 88 1A						část 1/1		
Důvod: nejbližší nadčasová konstrukce vyhovující požadavky $U_{wN} = 0,6$ při Air v zasklení po úniku Ar.								

C1Bv – DD.M6mK Hodnocení: Vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na hodnotu U_w ve skupině dvojíých oken DD.M6mK byla vybrána referenční konstrukce DD.M6mK 92-88_1A_celek (č. ř. 1AC, tab. část 1/1). Důvodem je, že se jedná o konstrukci okna nejbližší požadavkům ($U_w = 0,49$ v návaznosti na $U_w = 0,55$ s výplní Air v zasklení, č. ř. 1BC), která splňuje požadavek $U_{wN} = 0,60$.

Od referenční konstrukce DD.M6mK 92-88_1A_celek je porovnáván vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DD.M6mK na hodnotu U_w . Tento vliv je vyjádřen procentuálně ve sloupci č. 6, z čehož vyplývá:

- Zhoršení (zvýšení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna: je vyjádřeno zápornou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6.
- Zhoršenou hodnotu U_w mají všechny dvojíá okna s výplní Air v zasklení.
- Zlepšení (snížení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna: je vyjádřeno kladnou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6 a týká se všech konstrukcí s nižší hodnotou než $U_g = 0,7$.

C1Cv - DD.M6mK Hodnocení: Splnění hodnoty $U_{w,N}$ konstrukcemi oken

a) Splnění současných požadavků na hodnotu $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DD.M6mK je uvedeno podle STN 73 0540-2 ve sloupci č. 7 a podle ČSN 73 0540-2 ve sloupci č. 8. Všechny konstrukce vyhovují.

b) Splnění doporučené (nadčasové) hodnoty $U_{w,N}$ podle STN a ČSN splňují všechny konstrukce oken, které jsou spolehlivé i v případě, že ze zasklení unikne Ar a nahradí se Air.

U referenční konstrukce DD.M6mK 92-88_1A_celek je třeba zdůraznit, že obě části okna (E_p a I_p) mají izolační trojskla s výplní Ar. Jedná se o nejhospodárnější konstrukci ve skupině z hlediska profilů a zasklení, která zajišťuje spolehlivost a životnost v čase (pro $U_{w,N}=0,60$) podle STN a ČSN 73 0540-2 (i po výměně Ar za Air v zasklení).

C1BC - DD.M7mK: Vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w a splnění požadované hodnoty $U_{w,N}$

V tabulce 5.4.5.4.7 je uveden vliv celé konstrukce (sloupec 2) dvojitých oken – modely moderní konstrukce DD.M7mK na hodnotu U_w (sloupec 6) a splnění současných a doporučených (nadčasových) požadavků na hodnotu $U_{w,N}$ podle STN a ČSN 73 0540-2 (sloupce 7, 8 a 9).

Tabulka 5.4.5.4.7: Vliv konstrukce dvojitých oken (DD.M7mK: typ 92 E_p + 92 I_p) na hodnotu U_w a splnění $U_{w,N}$.

Identifikace			Vliv konstr. okna ve skupině DDM7mK			Splnění požadavku U _{wN}		
P.č.	Označení konstrukce okna	Tl. rámu [mm]	Hodnota U _w W/(m².K)	Rozdíl od U _w hodnoty 0,48	Vliv konstr. okna na Uw %	STN 73 0540-2 0,85	ČSN 73 0540-2 1,20	doporuč. hodnoty 0,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM7mK_1A								
1AA	DJmK 92_T.Ar 0.68_Ep	92						
1AB	DJmK 92_T.Ar 0.68_Ep	92						
1AC	DDM7mK 92-92_1A_celek	92+92	0,48	0,00	0%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM7mK_1B								
1BA	DJmK 92_T.Air 0.87_Ep	92						
1BB	DJmK 92_T.Air 0.87_Ep	92						
1BC	DDM7mK 92-92_1B_celek	92+92	0,54	-0,06	-12%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Ar,Ar): DDM7mK_2A								
2AA	DJmK 92_T.Ar 0.60_Ep	92						
2AB	DJmK 92_T.Ar 0.60_Ep	92						
2AC	DDM7mK 92-92_2A_celek	92+92	0,46	0,02	5%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM7mK_2B								
2BA	DJmK 92_T.Air 0.76_Ep	92						
2BB	DJmK 92_T.Air 0.76_Ep	92						
2BC	DDM7mK 92-92_2B_celek	92+92	0,51	-0,03	-5%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Kr,Kr): DDM7mK_3A								
3AA	DJmK 92_T.Kr 0.49_Ep	92						
3AB	DJmK 92_T.Kr 0.49_Ep	92						
3AC	DDM7mK 92-92_3A_celek	92+92	0,42	0,06	13%	Ano	Ano	Ano
DD okno - tl. profilu rámu 92 + 92 mm, zasklení T+T (Air,Air): DDM7mK_3B								
3BA	DJmK 92_T.Air 0.71_Ep	92						
3BB	DJmK 92_T.Air 0.71_Ep	92						
3BC	DDM7mK 92-92_3B_celek	92+92	0,49	-0,01	-2%	Ano	Ano	Ano
Poznámka: Porovnávací konstrukce okna v skupině DDM7mK oken je DDM7KmK 92 + 92 1A						část 1/1		
Důvod: nejbližší nadčasová konstrukce vyhovující požadavků U _{wN} = 0,6 při Air v zasklení po úniku Ar.								

C1Bv – DD.M7mK hodnocení: vliv celé konstrukce okna na hodnotu U_w

Pro porovnání vlivu celé konstrukce okna na hodnotu U_w ve skupině DD.M7mK dvojitých oken byla vybrána referenční konstrukce DD.M7mK 92-92_1A_celek (položka 1AC, tabulka část 1/1). Důvodem je, že se jedná o nejbližší konstrukci okna ($U_w = 0,48$ s následným zvýšením na $U_w = 0,54$ při výplni Air v zasklení, položka 1BC), která splňuje požadavek $U_{w,N} = 0,60$.

Od referenční konstrukce DD.M7mK 92-92_1A_celek je porovnáván vliv ostatních konstrukcí oken ve skupině DD.M7mK na hodnotu U_w . Tento vliv je vyjádřen procentuálně ve sloupci č. 6, ze kterého vyplývá:

- Zhoršení (zvýšení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno zápornou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6.
- Zhoršenou hodnotu U_w mají všechna dvojitá okna se zasklením s výplní Air.
- Zlepšení (snížení) hodnoty U_w vlivem dané konstrukce okna: vyjádřeno kladnou procentuální hodnotou ve sloupci č. 6, a to u všech konstrukcí s nižší hodnotou U_g než 0,7.

C1Cv – DD.M7mK hodnocení: splnění hodnoty $U_{w,N}$ konstrukcemi oken

c) Splnění současného požadavku $U_{w,N}$ konstrukcemi oken ve skupině DD.M7mK je uvedeno podle STN 73 045-2 ve sloupci č. 7 a podle ČSN 73 045-2 ve sloupci č. 8. Všechny konstrukce těmto požadavkům vyhovují.

d) Splnění doporučené (nadčasové) hodnoty podle STN a ČSN ve skupině splňují všechny konstrukce oken, které jsou spolehlivé i v případě, že dojde k úniku plynu Ar ze zasklení a jeho nahrazení vzduchem (Air).

Pro referenční konstrukci DD.M7mK 92-92_1A_celek je třeba zdůraznit, že obě části okna (E_p a I_p) mají izolační trojskla s výplní Ar, což je nejhospodárnější konstrukce ve skupině z hlediska profilů a zasklení s ohledem na spolehlivost a životnost v čase (pro $U_{w,N} = 0,60$) podle norem STN a ČSN 73 0540-2 (i po změně výplně Ar na Air v zasklení).

6 DISKUSE A HODNOCENÍ KONSTRUKČNÍ TVORBY OKEN A U_w HODNOTY

Problematicke výpočtu tepelně technických vlastností oken a vlivu na tepelné ztráty se věnuje řada prací. Mezi tematicky podobné lze zařadit například studii od autora Nôty (2020). Tato studie se zaměřuje pouze na tvarovou úpravu profilu křídla jednoduchých oken v detailu zasklení ve čtyřech variantách a jejich vliv na U_f a U_w hodnotu. Používá obdobnou metodiku pro stanovení U_f a U_w hodnoty, ale nezabývá se dalšími faktory ovlivňujícími U_f a U_w hodnoty, jako je například tloušťka, celková tvarová úprava a konstrukční řešení profilu rámu okna (rám i křídlo dohromady). Rovněž nezkoumá vliv celé konstrukce okna na U_w hodnotu. Práce se proto nemůže porovnávat s výsledky této studie, která všechny tyto faktory zohledňuje a zkoumá je v souvislosti s požadavky norem STN a ČSN 73 0540-2.

6.1 DŘEVĚNÁ JEDNODUCHÁ OKNA – DJ, DH A DJS

Při porovnání vlivu konstrukce profilů rámu na U_f hodnotu skupiny oken DJ, DH a DJS lze konstatovat, že hlavními faktory ovlivňujícími rozdílné U_f hodnoty v rámci těchto skupin i mezi nimi jsou:

- **Tloušťka a výška profilu rámu**, což představuje celkovou plochu dřeva v profilu.
- **Tvar a konstrukční řešení profilu**, tj. drážky na rámu a křídle (pro parapety, okapnice, kování, detail zasklení), jejich velikost, přítomnost těsnicí pásky, tmelů a těsnění.

Příkladem je profil o tloušťce 88 mm, u kterého lze uvést: profil DH.k má nejlepší U_f hodnotu = 1,11 (je konstrukčně celistvý z hlediska dřeva a má hliníkovou kapotáž s těsněními na dvou místech), ve srovnání se stejným profilem DJ 88 s U_f = 1,36 bez kapotáže, nebo profilem DH 88 s U_f = 1,36. Nejhorší (nejvyšší) hodnotu má profil DJ 68 s U_f = 1,67, což je způsobeno hlavně tloušťkou a absencí hliníkové kapotáže, která by zlepšila (snížila) U_f hodnotu.

Při porovnání vlivu celé konstrukce okna na U_w hodnotu skupiny oken DJ, DH a DJS lze konstatovat, že hlavními faktory ovlivňujícími rozdílné U_w hodnoty nebo splnění minimálních požadavků U_{wN} v rámci i mezi skupinami jsou:

- **Druh, typ a podtyp zasklení (U_g -hodnota)**, kvůli převládající ploše zasklení ve vztahu k ploše rámu okna.
- **U_f rámu** při splnění současných nebo doporučených požadavků U_{wN} na minimální hodnotě.

Při porovnání splnění požadované U_{wN} hodnoty podle STN a ČSN 73 0540-2 pro současné požadavky v rámci i mezi skupinami DJ, DH a DJS lze konstatovat:

- **Současné požadavky podle STN** splňují nejlépe konstrukce s tloušťkou 92 mm se zasklením U_g = 0,7, případně konstrukce o tloušťce 88 mm se zasklením U_g = 0,45. Zhoršení U_g hodnoty zasklení (vyšší hodnota) způsobí zhoršení U_w a nesplnění požadavků.
- **Současné požadavky podle ČSN** splňují všechny konstrukce o tloušťce 68, 78, 80, 88 a 92 mm.

Spolehlivost a životnost v čase z hlediska STN nesplňuje žádná konstrukce. V praxi to znamená nejlepší cenovou dostupnost v daném čase s kvalitou splněnou za nezbytné materiálové náklady. Z hlediska normy ČSN jsou všechny konstrukce spolehlivé kromě tloušťky 68 mm se zasklením vyplněným vzduchem. Příčinou je méně náročný požadavek ČSN oproti STN. Nadčasová konstrukce mezi nimi není.

6.2 DŘEVĚNÁ DVOJITÁ OKNA – DD.PH, DD.HR, DD.KMRK, DD.M1-7MK

Při porovnání vlivu konstrukce profilů rámu na U_f hodnotu skupiny oken DD.PH, DD.HR, DD.KmrK, DD.M1-7mK lze konstatovat, že hlavním faktorem rozdílných hodnot U_f v rámci skupin i mezi skupinami je:

- **Tloušťka profilu** při nezměněném tvaru a výšce profilů, tj. celková plocha dřevěného profilu. Tvar a součásti řešení profilu, tj. polodrážky na rámu a křídle (pro parapety, okapnice, kování, detail zasklení), se téměř neměnily (pouze šířka polodrážky pro zasklení), a proto tvarový a technický faktor profilu neměl významný vliv.

Důkazem tohoto tvrzení jsou profily DD.pH 45+45 mm a DD.hR 45+45 mm, u kterých byla vypočtena stejná hodnota $U_f = 1,14$, přestože DD.hR 45+45 mm byla doplněna o těsnění.

Při porovnání vlivu celé konstrukce okna na hodnotu U_w ve skupinách oken DD.pH, DD.hR, DD.KmrK, DD.M1-7mK lze říct, že hlavními faktory rozdílných hodnot U_w nebo minimálního splnění požadavků $U_{w,N}$ jsou:

- Druh, typ a podtyp zasklení (U_g hodnota) vzhledem k převládající ploše zasklení oproti ploše rámu okna.
- Také U_f rámu při splnění současných nebo doporučených požadavků $U_{w,N}$ na minimální hodnotě.

Z uvedeného vyplývá, že u jednoduchých i dvojitých oken mají zásadní vliv stejné faktory, protože referenční rozměr okna je stejný (1,23 x 1,48 m) a metodika výpočtu je principiálně stejná.

Při porovnání splnění požadované $U_{w,N}$ hodnoty podle STN a ČSN 73 0540-2 pro současné požadavky ve skupinách DD.pH, DD.hR, DD.KmrK, DD.M1-7mK i mezi skupinami lze konstatovat:

- Současné požadavky podle STN splňují již konstrukce o tloušťce 52+52 mm se zasklením $U_g = \min. 1,25$. Zhoršení (zvýšení) U_g hodnoty zasklení nad tuto hodnotu způsobí horší U_w a nesplnění současné požadavky.
- Současné požadavky podle ČSN splňují i konstrukce o tloušťce 42+52 mm, tj. s jednoduchým sklem a izolačním dvojsklem.

Spolehlivost a životnost v čase

Se zasklením s výplní Air splňují normu STN a ČSN pro spolehlivost i nadčasové požadavky již konstrukce DD.M1mK 78-78_5B_celek a všechny další konstrukce v této skupině až po DD.M1mK 92-92_7B_celek. Rovněž splňují i všechny skupiny konstrukcí DD.M2 až 7mK.

Konstrukce skupin DD.M1-7mK jsou však modelové, jejich zkoumání je popsáno při hodnocení. V praxi jde o vyšší cenu, což často znamená cenovou nedostupnost takových oken. Nicméně kvalita těchto oken je nadčasově zajištěna za vyšší výrobní náklady.

6.3 FUNKČNÍ SPOLEHLIVOST A ŽIVOTNOST

Cíl 2: Funkční spolehlivost a životnost U_w hodnoty oken v čase

Funkční spolehlivost a životnost oken z hlediska U_w hodnoty lze definovat jako dobu předpokládané životnosti stavby (např. 60 let), během níž bude hodnota U_w splněna (zajištěna různými způsoby) dle požadavků normy $U_{w,N}$ a nebude se měnit po celou dobu životnosti stavby.

V případě změny normových požadavků $U_{w,N}$ během životnosti stavby je funkční spolehlivost a životnost U_w ovlivněna legislativní změnou, která může znevýhodnit počáteční kvalitu U_w oken pro stavbu. Pokud jsou takové změny předpokládány, je vhodné zvážit nadčasovou konstrukci okna s U_w hodnotou.

Opořebení U_g hodnoty zasklení je přirozený proces, k němuž dochází v provozu za daných klimatických (rozdíly a výkyvy parametrů interiér-exteriér) a technických podmínek (technické řešení obvodu zasklení a detailu okna). Zhoršení U_g hodnoty zasklení v čase vede k výraznému zhoršení (zvýšení) U_w hodnoty konstrukce okna.

Proto některé konstrukce oken, které splňovaly aktuální $U_{w,N}$ hodnotu, mohou časem z hlediska normových požadavků přestat vyhovovat.

V tabulkách hodnocení jednoduchých a dvojitých oken jsou modře označeny konstrukce, jejichž zasklení má po určité době meziprostor vyplněn vzduchem (Air) vlivem úniku vzácného plynu přes opotřebovaný hermetický obvod zasklení (životnost kvality U_g zasklení, např. 10–12 let).

6.4 EKOLOGIE – VLIV SPLNĚNÍ U_w OKNA V ČASE NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A ROZVOJ ŽIVOTA

Tato kapitola se zaměřuje na ekologické dopady splnění U_w hodnoty v čase s ohledem na ochranu životního prostředí a principy udržitelného rozvoje.

Cíl 3: Vliv předpokládané frekvence potřeby výměny části okna (zasklení) nebo úplné výměny oken (v důsledku nesplnění požadovaných tepelně technických vlastností dle STN a ČSN během předpokládané životnosti stavby, např. 60 let) na spotřebu materiálů pro zasklení nebo nová okna, s důsledky na ekonomickou a ekologickou hospodárnost, tj. s negativním vlivem na životní prostředí a principy trvale udržitelného rozvoje.

Vliv splnění U_w hodnoty okna v čase má, v závislosti na způsobu dosažení této požadavky, různý dopad na životní prostředí a principy trvale udržitelného rozvoje.

Při předpokladu jedné generační životnosti stavby (60 let) a životnosti zasklení 12 let může po uplynutí této doby dojít ke zhoršení (zvýšení) U_w hodnoty, což vede k nesplnění normových požadavků. V takovém případě by bylo nutné zasklení vyměnit čtyřikrát, aby okna splňovala normovou hodnotu U_w (např. $U_{wN} = 0,85$) po celou životnost stavby. Tato situace představuje provozní náklady na údržbu oken za účelem zachování hodnoty U_w , nikoli však na údržbu povrchové úpravy. Současně jde o náročnost z hlediska potřeby nových zasklení a doprovodného výrobního procesu (spotřeba surovin, energie, produkce odpadu a jeho likvidace).

V praxi však majitelé či správci budov často nepočítají s plánovanou výměnou zasklení. Pokud zasklení zůstává funkční z hlediska průhlednosti (nedochází ke kondenzaci vodní páry uvnitř izolačního skla), bývá ponecháno po celou dobu užívání stavby. Problémy s kondenzací vodní páry uvnitř skel však mohou vést k úvaze o jejich výměně, případně výměně celých oken, což zvyšuje provozní náklady na údržbu a obnovu funkčních vlastností oken. Důvodem k výměně zasklení nebo oken nemusí být pouze zhoršená průhlednost, ale i zvýšené tepelné ztráty okny během provozu stavby, což zvyšuje náklady na vytápění. Například během 20–30 let provozu při zhoršené U_w hodnotě oken mohou být dodatečné náklady na vytápění značné, což se může stát dalším důvodem pro výměnu zasklení nebo celých oken. Ideálním řešením je zachování funkčních tepelně technických vlastností oken po celou životnost stavby díky nadčasové kvalitě konstrukce oken. Takové řešení je možné, ale jeho realizace závisí na cenové dostupnosti oken v rámci investičních nákladů stavby. Kvalitnější konstrukce je zpravidla výrazně dražší než běžně dostupná řešení. Přestože není poptávka po dražších nadčasových konstrukcích běžná, náklady na jednu výměnu zasklení nebo celých oken během životnosti stavby (např. po 12 letech) často převyšují původní investiční náklady na stavbu.

Z hlediska způsobu splnění požadavku U_w okna během životnosti stavby existují tři přístupy, které mají různý dopad na životní prostředí a principy trvale udržitelného rozvoje:

1. Výměna zasklení okna: Střední ekonomicko-ekologická náročnost (stupeň 2).
2. Výměna celého okna: Nejvyšší ekonomicko-ekologická náročnost (stupeň 1).
3. Nadčasová konstrukce s hodnotou U_w odpovídající normám: Nejnižší ekonomicko-ekologická náročnost (stupeň 3).

Při uvažované životnosti stavby 60 let a životnosti zasklení 12 let by byla potřeba výměny 4krát. Přístupy 1 a 2 jsou velmi ekonomicky a ekologicky náročné, nevýhodné a negativní.

Nejllepší řešení je přístup 3, který je ekonomicky a ekologicky výhodný, avšak vyžaduje pozitivní přístup investora, který zohlední zásadu „nemůžeme si dovolit kupovat levné věci“ a hledá investiční řešení s nadčasovým charakterem.

ZÁVĚR

Tato monografie se zaměřila na okna na bázi dřeva, jejich konstrukční aspekty, technologické možnosti, výhody a výzvy spojené s použitím tohoto tradičního a obnovitelného materiálu v moderním stavebnictví. Dřevo jako přírodní materiál poskytuje nejen estetickou hodnotu, ale také přirozené izolační vlastnosti, které zajišťují energetickou úspornost a regulaci vlhkosti v interiéru. Výzkumy i praktické zkušenosti ukázaly, že při správné konstrukci a údržbě mohou dřevěná okna dosáhnout srovnatelné životnosti a odolnosti jako alternativní materiály, jako jsou PVC nebo hliník, avšak s výrazně nižší ekologickou stopou. Jednou z hlavních výhod dřevěných oken je jejich tepelná izolace, což jsme doložili i praktickými výpočty. Pro zhodnocení efektivity dřevěného okna z hlediska tepelné prostupnosti jsme použili hodnotu součinitele prostupu tepla (U). Dřevěná okna dosahují typicky hodnoty $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, což je srovnatelné nebo lepší než u oken z PVC, která dosahují hodnot kolem $U = 1,4\text{--}1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Při použití energeticky úsporných dvojskel nebo trojskel může hodnota U pro dřevěná okna klesnout až pod $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, což výrazně přispívá k úsporám energie v zimních měsících. Pro ilustraci lze uvést příklad rodinného domu s 20 m^2 okenní plochy. Při rozdílu teplot $20 \text{ }^\circ\text{C}$ mezi interiérem a exteriérem a hodnotě $U = 1,0$ může únik tepla okny činit přibližně 400 W . V případě méně kvalitního zasklení s $U = 1,6$ by se únik zvýšil na 640 W . Takový rozdíl může při průměrné topné sezóně znamenat roční úsporu přibližně 3000 Kč na nákladech za vytápění, což podtrhuje výhodu použití dřevěných oken s nízkým součinitelem tepelné prostupnosti. Jednou z častých obav ohledně dřevěných oken je jejich náchylnost k poškození vlivem vlhkosti a UV záření. Moderní technologie povrchových úprav, jako jsou mikroporézní lazury nebo akrylátové laky, však umožňují snížit degradaci dřeva a zároveň zachovávají jeho přirozený vzhled. Praktické testy a zkušenosti výrobců ukazují, že správně udržovaná dřevěná okna mohou vydržet $30\text{--}50$ let, což je srovnatelné s životností plastových oken, která mají zhruba stejnou výdrž, ale jejich údržba a oprava jsou často náročnější. U oken s rámem ze smrkového dřeva bylo doporučeno každých $5\text{--}7$ let obnovit nátěr, což je sice drobný časový a finanční výdaj, ale v dlouhodobém horizontu se může vyplatit. Celkově tato pravidelná údržba zajišťuje, že si okno zachová nejen svou funkčnost, ale i estetickou hodnotu, což může mít vliv na tržní hodnotu nemovitosti. Z ekonomického a ekologického hlediska vyžadují dřevěná okna nižší množství energie na výrobu než PVC okna, jejichž výroba i likvidace zatěžuje životní prostředí toxickými odpady. Dřevo navíc pohlcuje a uchovává uhlík, což přispívá k snižování uhlíkové stopy budovy. Při porovnání s PVC a hliníkovými okny, která vyžadují náročnější výrobní procesy, jsou dřevěná okna jednoznačně šetrnější volbou, což dokládají i studie porovnávající ekologické dopady jednotlivých materiálů. Při použití dřevěných oken o celkové ploše 20 m^2 se v domě sníží uhlíková stopa průměrné stavby o přibližně 50 kg CO_2 ročně, což je srovnatelné se snížením emisí vytvořených desítkami běžných jízd autem. Tento environmentální přínos zohledňuje nejen energetické úspory během používání, ale i snížené emise spojené s výrobou a likvidací okenního rámu.

Na základě analýzy výhod a nevýhod dřevěných oken a porovnání s okny z jiných materiálů lze dospět k závěru, že dřevěná okna jsou vhodnou volbou pro stavby, kde je kladen důraz na udržitelnost, estetiku a ekologické hodnoty. Pro investory, kteří si váží přírodních materiálů a upřednostňují dlouhodobou hodnotu, mohou dřevěná okna představovat výhodnou volbu, která se jim při správné údržbě vrátí jak v úspoře energií, tak v prodloužené životnosti oken. Okenní konstrukce jsou nezbytnou součástí budov a svými vlastnostmi výrazně přispívají k vytváření vnitřního prostředí budov, jako je světlo, průhlednost, udržení obytné teploty a vlhkosti v zimě i v létě, výměna vzduchu, ochrana před zatékáním a hlukem, hygiena – zamezení vzniku plísní apod. Tato práce je zaměřena na vliv konstrukčního řešení dřevěných oken na tepelně technické vlastnosti, jejich funkční spolehlivost a životnost a na dopad na ekologii – životní prostředí a trvale udržitelný rozvoj. Objektivním zkoumáním podle harmonizovaných normových metod pro tepelně technické vlastnosti oken (U_g , U_w) a jejich vyhodnocením byl prokázán vliv konstrukce na sledované vlastnosti, zejména na hodnotu U_w , která je klíčovou součástí splnění normových požadavků na tepelnou ochranu budov (STN a ČSN 73 0540-2) a také při hodnocení energetické náročnosti budov ve fázi projektu nebo provozu. Současné požadavky uvedených norem splňují jednoduchá dřevěná okna klasická celodřevěná, dřevohliníková nebo speciální bezrámová, zejména s tloušťkou profilu 92 mm a vhodným izolačním trojsklem s $U_g = \min. 0,7$. Pro renovace nebo památkově chráněné historické budovy jsou vhodné správně zrenovované/replikované původní historické konstrukce dvojitých oken, například s tloušťkou profilu $52 + 52 \text{ mm}$ a více s izolačním dvojsklem. Z hlediska funkční spolehlivosti a životnosti U_w hodnoty oken v čase je nutné zvažovat ekonomické hledisko

pro stavebníka. Z hlediska požadavků STN jsou například dřevěná jednoduchá okna náročnější na konstrukční řešení kvůli přísnějším normovým požadavkům, zatímco podle ČSN většina konstrukcí spolehlivě vyhovuje v čase. Zajímavou skupinu z hlediska funkční spolehlivosti tvoří stále dvojitá okna, která jsou pro moderní novostavby méně atraktivní, avšak v menším měřítku se používají pro stylové roubené stavby. Například ekonomicky výhodnou konstrukcí je dvojité okno s tloušťkou profilu 55 + 55 mm s izolačním dvojsklem. Z pohledu dosažení možného nadčasového řešení a spolehlivosti oken pro doporučené hodnoty podle STN a ČSN 73 0540-2 byly navrženy modely kombinované moderní konstrukce s využitím původních a současných profilů (např. DD.KmrK a DD.M1-7mK). Některé konstrukce dokážou takové požadavky splnit, jejich cenová dostupnost je však pro standardní použití vysoká. Zvážení jejich využití je vhodné především pro nadčasové renovace historických a památkově chráněných budov, například v případech, kdy je technicky a ekonomicky nereálná obnova fasády (různé reliéfy, vzory, geometrie na fasádě) a je nutné co nejvíce snížit tepelné ztráty přes okenní výplně. Okna jsou frekventovaným stavebním výrobkem, jelikož plní primární i další technické funkční požadavky a zároveň výrazně ovlivňují architektonický vzhled budovy díky rozsahu jejich použití a návrhu. Dynamický rozvoj výstavby v Evropě a ve světě znamená, že již samotný rozsah použití oken v obvodovém plášti a objem výstavby jsou významnými faktory pro výrobu, výměnu a recyklaci oken. Pro zmírnění dopadů časté výměny částí nebo celých oken je nezbytné dosahovat normové kvality během životnosti, například z hlediska tepelně technických vlastností jako je U_w hodnota. Tím lze předcházet předčasné sanaci a likvidaci stále funkčních oken a snižovat spotřebu nových surovin a energie na výrobu, včetně minimalizace odpadu z výroby, instalace a likvidace. Šetrný ekonomicko-ekologický přístup k výrobě oken a hodnotě U_w zahrnuje investice do nadčasových oken, které přispívají k dlouhodobé udržitelnosti.

Závěrem lze říct, že dřevěná okna jsou nadčasovým prvkem, který spojuje tradiční řemeslnou zručnost s moderními technologiemi. Jejich použití v architektuře a stavebnictví přináší nejen estetické a funkční výhody, ale také přispívá k ochraně životního prostředí. Proto by měla být dřevěná okna i nadále preferovanou volbou pro ty, kteří hledají kvalitní, udržitelné a krásné řešení pro své domovy a budovy.

LITERATURA

- BÁČOVÁ, M.; EBEL, M. A LESNIAKOVÁ, P. Obnova okenních výplní a výkladců. Praha: Národní památkový ústav, 2010. ISBN 978-80-87104-58-3.
- BARTÁK, K. Okna – opravy, výměny, výběr. Praha: Grada, 2003. 102 s. ISBN 80-247-0454-4.
- BAŠTA, J. Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení. Praha: Grada, 2010. 128 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3524-5.
- BITTNAR, Z.; ŠEJNOHA, J. Metoda konečných prvků I. Praha: ČVUT, 1991. 181 s. ISBN 80-01-00557-7.
- BROTÁNEK, A.; BROTKOVÁ, K. Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech. Praha: Grada, 2012. 304 s. ISBN 978-80-247-3969-4.
- BROŽOVSKÝ, J.; MATERNA, A. Metoda konečných prvků ve stavební mechanice. Ostrava: Technická univerzita Ostrava a Západočeská univerzita v Plzni, 2012. 124 s.
- ČENSKÝ, A.; JANDÁČEK V. Okenní a dveřní otvory: tradice z pohledu dneška. Praha: Grada, 2005. 94 s. Stavitel. ISBN 80-247-0269-X.
- DIRLAM, M. Stavební truhlářství: tradice z pohledu dneška. Praha: Grada, 2013. Stavitel. ISBN 978-80-247-4721-7.
- DÖMÉNY, J.; KOIŠ, V.; ZAPLETAL, M. Application of Microwave Treatment for the Plasticisation of Beech Wood (*Fagus sylvatica* L.) and its Densification for Flooring System Purposes. BioResources. 2014. sv. 9, č. 4, s. 7519--7528. ISSN 1930-2126.
- DVOŘÁK, D.; SKLENÁK, L. Úvod do metrologie. Ostrava: Ostravská univerzita Ostrava, 2012. 55 s.
- ĎAŘO, S.; KREIDL, M. Senzory a měřicí obvody. 2. vydání. Praha: ČVUT, 1999. ISBN 80-01-02057-6.
- FICKER, T. Stavební tepelná technika-akustika a denní osvětlení. Brno: CERM, 2004. 266 s. ISBN 80-214-2670-5.
- HALAHYJA, M. a kolektiv. Stavební tepelná technika, akustika a osvětlení. Bratislava: ALFA, 1985. 748 s.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fyzika - část 2, Mechanika – Termodynamika. Brno: VUTIUM a PROMETHEUS Praha, 2006. 576 s. ISBN 80-214-1868-0.
- HAVRÁNEK, K. a KOUŘIL, J. Odborná nauka truhlářská. Díl I. 2. vydání. Praha: Státní ústav pro učební pomůcky průmyslových a odborných škol, 1946.
- HAVRÁNEK, K. a KOUŘIL, J. Odborná nauka truhlářská. Díl II. 2. vydání, dotisk. Praha: Státní ústav pro učební pomůcky průmyslových a odborných škol, 1948.
- HÁJEK, V.; HÁJEK, P.; PAVLIS, J. Pozemní stavitelství pro 1. ročník SPŠ stavebních. 4. upravené vydání. Praha: Sobotáles, 1998. 151 s. ISBN 80-85920-45-X.
- HANZL, Z.; GÁBA, Z.; PROCHÁZKA, L.; SEDLICKÁ, K.; SLOUKA, J.; TRAXLER, J. Kámen v rukodělné výrobě českého venkova. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 2003. 264 s. ISBN 80-7106-536-6.
- HOVORKA, V. Tvarová stabilita vchodových dveří. Stavitel. 2008, 16, 2. 16–17. ISSN 1210-4825.
- HUDEC, M. Pasivní rodinný dům. Praha: Grada, 2008. 112 s. ISBN 978-80-247-2555-0.
- HUDEC, M. Pasivní domy z přírodních materiálů. Praha: Grada, 2012. 160 s. ISBN 978-80-247-4243-4.
- HUIZENGA, CH., et.al. A: THERM fine Element Simulator v7.4.4.0: Program description. A PC program for analysing the two-dimensional heat transfer through building products. Berkeley. California: University of California 2016.
- HUIZENGA, CH., et.al. B: BERKELY LAB WINDOW v7.4.14.0: Program description. A PC program for NFRC Certification and modeling Complex Glazing Systems. Berkeley. California: University of California 2016.
- CHMÚRNÝ, I. Stavební tepelná technika, Základy tepelnej ochrany budov. Vydavateľstvo SPEKTRUM STU, Bratislava 2014, ISBN 978-80-227-4147-7.
- CHROMÍK, R.; KLEIN, Š. Stavební tabulky: přehled výrobků ve stavebnictví na území České a Slovenské republiky: výplně otvorů stavebních konstrukcí. Brno: Art-projekt, 2001. ISBN 80-23-87754-2.

- JOCHIM, S. a DUDAS, J. Konštrukčné drevné materiály: pre drevené stavebné konštrukce a výrobky. VydaNe 2. - prepracované. Vo Zvolene: Technická univerzita, Drevárska fakulta, 2013. 167 s. ISBN 9788022825887.
- JOCHIM, S. a ŠTEFKO, J. Stavebnostolárske výrobky. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2023. 170 s. ISBN 9788022833400.
- JOCHIM, S; ŠTEFKO, J. a VESELOVSKÝ, J. Stavebnostolárske výrobky: pre drevené stavebné konštrukce a výrobky. Vo Zvolene: Technická univerzita, 2009. 323 s. ISBN 9788022818858.
- JOSTEN, E.; REICHE, T.; Wittchen, B. Truhlářské konstrukce. Praha, Grada. 2011. s. 288. ISBN: 978-80-247-2960-2.
- OUTRATA, F.; JUŘÍNEK, M.; SVOBODA, Č.; VÁCLAVÍK, J. Výroba oken a dveří. Technologie, organizace a strojní zařízení. 1. vydání. Praha: SNTL, 1980.
- KOČÍ, I. Okna. Praha: Grada, 2000. 82 s. ISBN 80-247-9023-8.
- KOHOUTOVÁ, H.; MOLL, I. Úvod do pravděpodobnosti a matematické statistiky. Brno: CERM, 2001. 192 s. ISBN 80-214-1811-7.
- KOUREL, J.; BUBEN, F. Truhlářství: tradice z pohledu dneška. 1. vydání. Praha: Grada, 2003. Stavitel. ISBN 80-247-9056-4.
- KOLÁŘ, V. Hmoty a pracovní metody v moderním stavitelství. Praha: Ústav pro učební pomůcky průmyslových a odborných škol, 1944.
- LUKEŠ, Z. Praha moderní: velký průvodce po architektuře 1900-1950. Historické centrum. Praha: Paseka, 2012. ISBN 978-80-7432-204-4.
- MOTYKOVÁ, A. Okna – správná řešení pro novostavby i rekonstrukce. Praha: Grada, 2008. 112 s. ISBN 978-80-247-2674-8.
- MERRILL, K. R. The oil crisis of 1973-1974: a brief history with documents. Boston: Bedford/St. Martin's. 2007. 192 s. ISBN 0312409222.
- NÔTA, R. Okná na báze dreva. Tvarové riešenie profilu vo vzťahu k tepelnotechnickým vlastnostiam. Vydavateľstvo TU vo Zvolene. Zvolen 2020. ISBN 978-80-228-3228-1. 9.
- NÔTA, R.; JOCHIM, S.; BAĐURA, R. Impact of the schhape of the casement on the inside surface temperature at wood-aluminium Windows. In Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen. Vedecký časopis Drevárskej fakulty. 2017.č.2., s.115-126, ISSN 1336-3824.
- NOVÝ, O. Česká architektonická avantgarda. 2. vydání. Praha: Prostor, 2015. ISBN 978-80-7260-321-3.
- NUTSCH, W. a kol. Příručka pro truhláře. Praha, Sobotáles. 2014. s. 616. ISBN 9783808540121.
- PETRÝL, Z.; ŠUBRT. R. Moderní okna. Praha: Grada, 2012. 135 s. ISBN 978- 80-247-4286-1.
- POLÁŠEK, M. A7 – Navrhování výplní otvorů budov dle principů trvale udržitelné výstavby. 1. vyd. Brno: Národní stavební centrum, 2012, 78 s. ISBN 978-80- 87665-06-0.
- POLÁŠEK, M.; SLÁČÍK, P.; MITÁČEK, P.; ZAPLETAL, M.; AJDARÓW, M. B4 – Zásady provádění výplní otvorů při realizaci budov dle principů trvale udržitelné výstavby. Projekt EdUR – Edukace udržitelného rozvoje CZ.1.07/3.2.04/02.0024. Národní stavební centrum s.r.o, Brno 2012, 84 s., ISBN: 978-80-87665-24-4.
- POLÍVKA, J. Sklo Thermolux: novodobý výtvar sklářského průmyslu: několik kapitol o stavebním sklu. Praha: Mühlig-Union, 1936.
- PUŠKÁR, A. Okna, dveře, prosklené stěny. 1. čes. vyd. Bratislava: Jaga group. 2003. 255 s. ISBN 80-889-0547-8.
- SAPÁK, J. Dveře. 1. vydání. Brno: ERA group, s. r. o., 2007. 88 s. ISBN 978-80-7366-099-4.
- SEVERIN, O. Stavba domu v praxi. 2. vydání. Praha: Ústav pro učební pomůcky průmyslových a odborných škol, 1946.
- SCHEYBAL, J. V.; SCHEYBALOVÁ, J. Umění lidových tesařů, kameníků a sochařů v severních Čechách. 1. vydání. Ústí nad Labem: Severočeské nakladatelství, 1985, 347 s.
- SCHUBERT, A. Péče o výplně historických okenních a dveřních otvorů. 1. vydání. Praha: NPÚ, 2004. 95 s. ISBN 80-86234-56-8.

- SCHUBERT, A. Hodnota a význam historických výplní okenních otvorů, okenic a výkladců. In: Obnova okenních výplní a výkladců. Praha: Národní památkový ústav, generální ředitelství, 2010. 147 s. ISBN: 978-80-87104-58-3.
- SCHUBERT, A. Průzkum, dokumentace a inventarizace výplní okenních a dveřních otvorů. Praha: Národní památkový ústav, 2014. ISBN 978-80-86516-77-6.
- SLAVÍČKOVÁ, J.; ROCHLA, M. Nové Rochlovy stavební tabulky. 1. vydání. Praha: Ehrman & Forster, 2001. 388 s. ISBN 80-902397-3-0.
- STODOLA, P. Uzamykací systémy vchodových dveří – nové trendy. Lignum. 2000, 5, 7–8. 24–25. ISSN 1211-717X.
- ŠEFCŮ, O. a ŠUMPA, B. 100 osvědčených stavebních detailů: tradice z pohledu dneška. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3114-8.
- ŠOLC, M. a kol. Repliky oken v památkových zónách. Brno: NPÚ, Metodické centrum obnovy moderní architektury, 2016. ISBN 978-80-7480-068-9.
- ŠUBRT, R. Tepelné mosty. Praha: Grada, 2011. 224 s. ISBN 978-80-247-4059-1.
- ŠUBRT, R.; ZVÁNOVCOVÁ, P.; ŠKOPEK, M. Katalog tepelných mostů 1 - Běžné detaily. Praha: ENERGY CONSULTING, 2008. 224 s. ISBN 978-80-254-2715-6.
- ŠKABRADA, J. Konstrukce historických staveb. Praha: Argo, 2003. 397 s. ISBN 80-7203-548-7.
- ŠTEFKO, J.; ROHANOVÁ, A.; BÚRYOVÁ, D.; SOYKA, R.; JOCHIM, S.; SEDLÁK, P. a ČULÍK, M. Drevené stavebné konstrukce. Vo Zvolene: Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, 2021. 490 s. ISBN 9788022832052.
- ŠVARC, B. Přehled pozemního stavitelství. Praha: Oddělení pro odborné vzdělání při Národní odborové ústředně zaměstnanecké, 1944.
- TYWONIAK, J. a kol. Nízkoenergetické domy 2. Praha: Grada, 2008. 208 s. ISBN 978-80-247-2061-6.
- TYWONIAK, J. a kol. Nízkoenergetické domy 3. Praha: Grada, 2012. 204 s. ISBN 978-80-247-3832-1.
- ULLMANN, A. Dveře. 1. vydání. Brno: ERA, 2008, 134 s. ISBN 978-80-7366-135-9.
- VANIŠ, P. Požární bezpečnost otvorových výplní. Tepelná ochrana budov. 2006, 9, 6, 27–33. ISSN 1213-0907.
- VAVERKA, J. a kol. Stavební tepelná technika a energetika budov. Brno: VUTIUM, 2006. 648 s. ISBN 80-214-2910-0.
- VIDHOLDOVÁ, Z.; REINPRECHT, L.; IŽDINSKÝ, J. Mikrobiální odolnosť tropických dřevin. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2017. 67 s. ISBN 978-80-228-3034-8
- VIDHOLDOVÁ, Z.; SLABEJOVÁ, G.; KÚDELA, J.; SVOCÁK, J. The effect of natural weathering on stability of coating system with self-healing microcapsules. In: Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen: vedecký časopis Drevárskej fakulty. 2024, 66(2): 35–49, DOI: 10.17423/afx.2024.66.2.04
- VIDHOLDOVÁ, Z.; PÁNEK, M.; REINPRECHT, L. The effect of outdoor weathering of thermally modified spruce and pine woods on their surface properties. In: Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen: vedecký časopis Drevárskej fakulty. 2023, 65(1): 23–34, DOI: 10.17423/afx.2023.65.1.02
- VIDHOLDOVÁ, Z.; SANDAK, A.; SANDAK, J. Assessment of the chemical change in heat treated pine wood by near infrared spectroscopy. In: Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen: vedecký časopis Drevárskej fakulty. 2019, 61(1): 31–42, DOI: 10.17423/afx.2019.61.1.03
- VINTER, J.; HAVRÁNEK, K. Truhlářství. Praha: SNTL, 1979, 256 s.
- VRÁNA, J. Akustické vlastnosti otvorových výplní. Tepelná ochrana budov. 2007, 10, 1, 5–7. ISSN 1213-0907.
- WERLE, J. Dveře, okna, schodiště. Praha: Ikar. 1999. 127 s. ISBN 80-7202-535-X.
- WITZANYOVÁ-KROFTOVÁ, K. Konstrukční a materiálová analýza funkcionalistických staveb a metodika jejich obnovy: zachování funkcionalistického stavebního fondu. Praha. 2004. Disertační práce. ČVUT. Fakulta stavební, Katedra architektury.
- ŽÁČEK, M. a VÁCHA, Z. Kov, sklo a povrchové úpravy těchto materiálů v meziválečné architektuře. Brno: NPÚ, Metodické centrum obnovy moderní architektury, 2016. ISBN 978-80-7480-040-5.

NORMATIVNÍ PŘEDPISY, VYHLÁŠKY A ZÁKONY

- ČSN 25 8005:1989 Názvosloví z oboru měření teploty. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1988. 44 s.
- ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov - část 1: Terminologie. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005. 68 s.
- ČSN 73 0540-2:2011+Z1 Tepelná ochrana budov - část 2: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 56 s.
- ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov - část 3: Návrhové hodnoty veličin. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005. 96 s.
- ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov - část 4: Výpočtové metody. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005. 50 s.
- ČSN EN 12412-2:2004 Tepelné chování oken, dveří a okenic - Stanovení součinitele prostupu tepla metodou teplé skříně - Část 2: Rámy. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004. 40 s.
- ČSN EN 13163:2009 (72 7202) Tepelně izolační výrobky pro stavebnictví- Průmyslově vyráběné výrobky z pěnového polystyrenu (EPS) - Specifikace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 44 s.
- ČSN EN 60359:2003 Elektrická a elektronická měřicí zařízení - Vyjadřování vlastností. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2003. 36 s.
- ČSN EN 673:2011 Sklo ve stavebnictví - Stanovení součinitele prostupu tepla (hodnota U) - Výpočtová metoda. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 16 s.
- ČSN EN ISO 10077-1: 2007 Tepelné chování oken, dveří a okenic - Výpočet součinitele prostupu tepla - Část 1: Všeobecně. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007. 44 s.
- ČSN EN ISO 10077-2+Oprava 1: 2012 Tepelné chování oken, dveří a okenic - Výpočet součinitele prostupu tepla - Část 2: Výpočtová metoda pro rámy. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. 44 s.
- ČSN EN ISO 10211: 2009 Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Tepelné toky a povrchové teploty - Podrobné výpočty. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 48 s.
- ČSN EN ISO 12567-1:2011 (73 0579) Tepelné chování oken a dveří - Stanovení součinitele prostupu tepla metodou teplé skříně - Část 1: Celková konstrukce oken a dveří. Praha: Český normalizační institut. 2011. 42 s.
- ČSN EN ISO 13789:2008 (73 0565) Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor součinitele prostupu tepla - Výpočtová metoda. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 20 s.
- ČSN EN ISO 13790:2005 (73 0317) Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 140 s.
- ČSN EN ISO 14683:2009 (73 0561) Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Lineární činitel prostupu tepla - Zjednodušené postupy a orientační hodnoty. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 28 s.
- ČSN EN ISO 690 (01 0197) Informace a dokumentace - Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 40 s.
- ČSN EN ISO 6946:2008 (73 0558) Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda. Praha: Český normalizační institut, 2008. 28 s.
- ČSN EN ISO 8990:1998 (73 0557) Tepelná izolace - Stanovení vlastností prostupu tepla v ustáleném stavu - Kalibrovaná a chráněná teplá skříně. Praha: Český norma - licenční institut. 1998. 24 s.
- STN 74 6101-2 Drevené okná. Část 2: Lepené lamelové profily z dřeva na výrobu oken.

STN EN 14220 Drevo a materiály na báze dreva na vonkajšie okná, vonkajšie dverové krídla a vonkajšie zárubne. Požiadavky a špecifikácie.

STN EN ISO 10077-1: 2020 Tepelnotechnické vlastností oken, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 1. Všeobecne.

STN EN ISO 10077-2: 2020 Tepelnotechnické vlastností oken, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 2. Numerická metóda pre rámy.

STN EN 1279-1 Sklo v stavebníctve. Izolačné sklá. Časť 1: Všeobecné údaje, opísanie systému, pravidiel nahradenia, tolerance a vizuálnej kontroly.

STN EN 1279-2 Sklo v stavebníctve. Izolačné sklá. Časť 2: Dlhodobá skúšobná metóda a požiadavky na prenikanie vlhkosti.

STN EN 1279-3 Sklo v stavebníctve. Izolačné sklá. Časť 3: Dlhodobá skúšobná metóda a požiadavky na rýchlosť unikania plynu a na tolerance na koncentráciu plynu

STN 74 6200:2024 Vonkajšie okná, dvere a zasklené steny. Všeobecné požiadavky na navrhovanie, výrobu, zabudovanie a kontrolu.

STN 73 0540-2: Z2/2019 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky.

V rámci práce byly použity také další normy, a to jak Slovenské státní normy, tak i České státní normy, které jsou uvedeny v odkazech v textu. Tyto normy sloužily jako podklad pro analýzu a zajištění souladu s technickými a legislativními požadavky v obou zemích.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady Evropy 2010/31/EU o energetické náročnosti budov.

Vyhláška 268/2009 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu.

Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov.

Zákon 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů.

V monografii byly použity i katalogy a prospektové dokumentace firem, které jsou v textu zmíněny. Tyto materiály poskytují konkrétní údaje o technických parametrech a vlastnostech výrobků, které byly analyzovány a uvedeny v příslušných sekcích. Katalogy a prospekty sloužily jako podklad pro porovnání různých typů oken a jejich konstrukčních vlastností, přičemž byly vybrány na základě aktuálních nabídek a technických specifikací daných výrobců.

Název: Konstrukce oken na bázi dřeva

Autoři: doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD, Ing. Stanislav Jochim, PhD, Ing. Ondřej Dvořák, Ph.D.

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze

Schváleno ediční komisí FLD

Publikace prošla recenzním řízením.

Tisk: Tisk Kvalitně s.r.o.

Počet stran: 170

Rok vydání: 2025

ISBN: 978-80-213-3496-0

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha-Suchbát

Publikace vznikla za podpory Fakulty lesnické a dřevařské.

Tisk: Tisk Kvalitně s.r.o., Petržilkova 13, 158 00 Praha 13

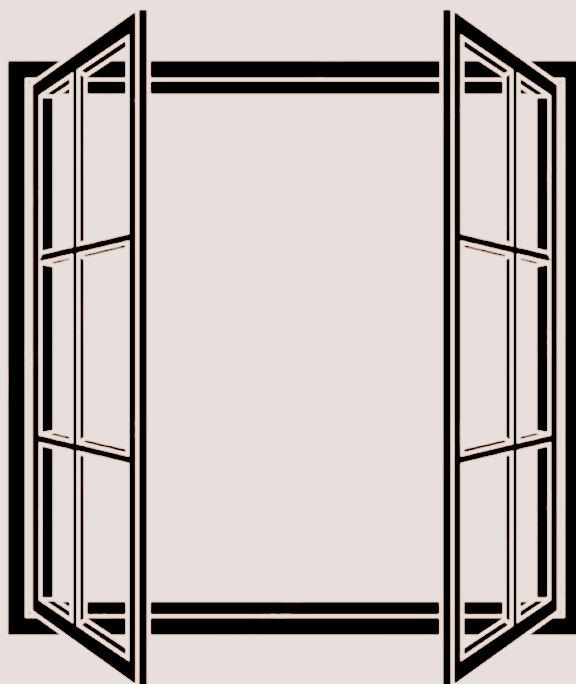
Konstrukce oken na bázi dřeva

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Ing. Stanislav Jochim, PhD.

Ing. Ondřej Dvořák, Ph.D.

2025



9 788021 334960