

Denní světlo

The image shows a bright, modern interior space, likely a library or a public building. The most prominent feature is a large, white, curved staircase that spirals upwards. The ceiling is white and features a complex arrangement of skylights and recessed lighting fixtures. The walls are also white and have several windows, some of which are partially covered by a white railing. The floor is a light blue color. The overall atmosphere is clean, bright, and architectural.

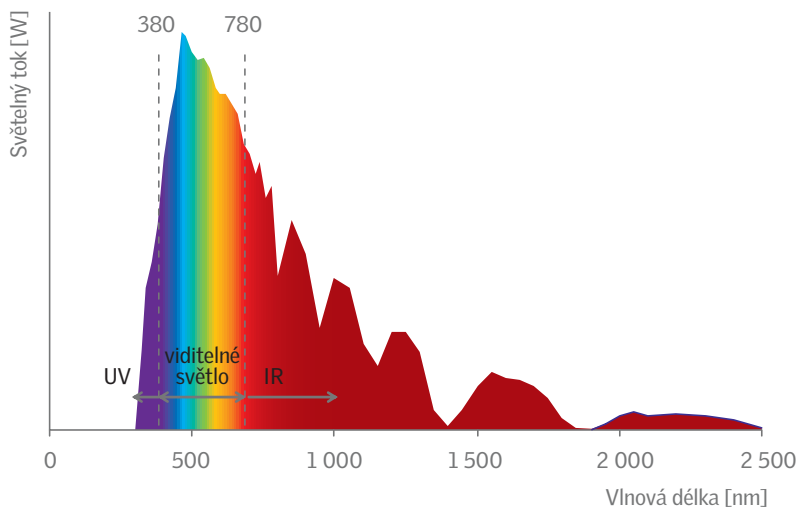
Denní světlo

Denní světlo bylo po staletí využíváno jako hlavní zdroj světla v interiérech a bylo vždy implicitní součástí architektury již od té doby, co budovy existují. Nejen že nahrazuje během dne elektrické osvětlení a snižuje tak spotřebu energie; má vliv i na vytápění a chlazení, díky čemuž je významným parametrem při energeticky úsporném navrhování. Výzkumy v poslední době navíc prokázaly, že denní světlo je velkým přínosem pro zdraví a komfort, takže má pro obyvatele budovy zásadní význam.

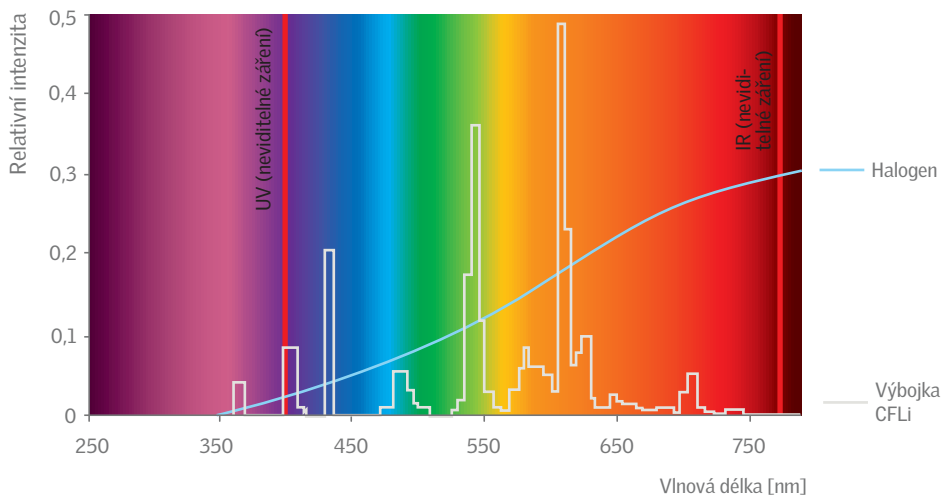
1.1 Denní světlo

Denní světlo lze definovat jako kombinaci veškerého přímého a nepřímého světelného záření pocházejícího ze slunce během dne. 40% veškeré solární energie dopadající na zemský povrch představuje viditelné záření, zatímco ostatní záření je záření na ultrafialových (UV) a infračervených (IR) vlnových délkách, jak ukazuje obrázek 1.1.

Některé elektrické světelné zdroje lze sice konstruovat tak, že věrně odpovídají určitému spektru denního světla; nikdy však nebyl vytvořen zdroj, který by dokázal napodobit variaci světelného spektra, ke které dochází v různých dobách, ročních obdobích a za různých povětrnostních podmínek [6]. Obrázek 1.2 ukazuje spektrum dvou typických elektrických světelných zdrojů používaných v lidských obydlích, které nedokážou napodobit kvalitu a bohatost spektra denního světla.



Obrázek 1.1: Graf elektromagnetického spektra zobrazující polohu spektra viditelného světla



Obrázek 1.2: Spektrální složení dvou typických elektrických světelných zdrojů, halogenového světla a úsporné kompaktní výbojky (CFLi) [7]

📌 Pamatujte si

Čtyřicet procent solární energie přijímané zemským povrchem představuje viditelné světlo; ostatní záření je záření na ultrafialových (UV) a infračervených (IR) vlnových délkách.

Neexistuje žádný elektrický světelný zdroj, který by dokázal napodobit vlastnosti denního světla.

1.2 Využití denního světla

Využití denního světla lze definovat jako praxi, kdy do budov umísťujeme okna a odrazivé povrchy, které během dne umožňují dostatečné denní osvětlení.

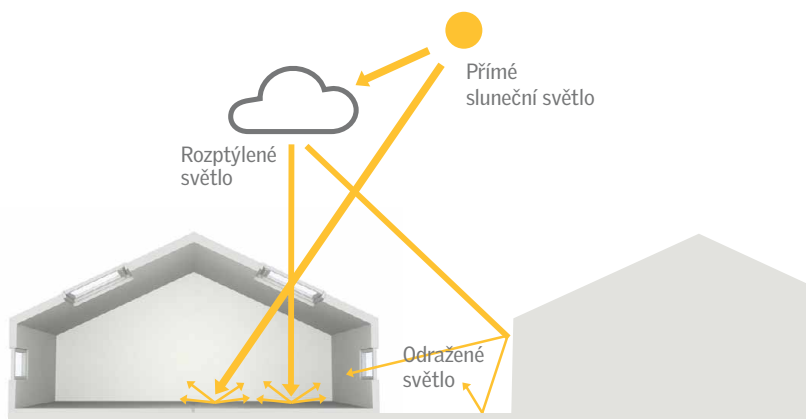
Cílem využití denního světla pro osvětlení místností je poskytnout dostatečné osvětlení, vytvořit vizuálně atraktivní prostředí, šetřit elektrickou energii a zajistit dostatek světla, který bude odpovídat našim biologickým potřebám. Dobré osvětlení prostředí je komfortní, příjemné, vhodné a dostatečné pro jeho zamýšlené využití a uživatele [8].

Denní světlo v budovách je tvořeno směsí přímého slunečního světla, rozptýleného denního světla a světla odraženého od země a okolních objektů.

Pro přímé sluneční světlo je charakteristická velmi vysoká intenzita a neustálý pohyb. Intenzita osvětlení na zemském povrchu může být vyšší než 100 000 lux.

Rozptýlené denní světlo je sluneční záření rozptýlené v atmosféře a mracích, což vede ke vzniku jemného difuzního světla. Intenzita osvětlení na zemském povrchu při zatažené obloze může dosahovat hodnoty 10 000 lux.

Odražené světlo je světlo (přímé sluneční i rozptýlené), které se odráží od země, tj. od terénu, stromů, vegetace, sousedních budov apod. Odrazivost povrchu okolních objektů tak má vliv na celkové množství odraženého světla dopadajícího na fasádu budovy.



Obrázek 1.3: Složky denního světla

V případě husté zástavby může světlo odražené od země a okolních objektů představovat převážnou část přísunu denního světla.

Systémy využívající denního světla mohou být jednoduché – od kombinace rozmístění oken s vhodným vnitřním i vnějším stíněním (např. vnější markýzy a vnitřní sklopné žaluzie) až po systémy, které směřují sluneční nebo rozptýlené světlo do míst, kde je ho třeba (např. světlovody). Pokročilejší systémy mohou být konstruovány tak, že se natáčejí podle slunce nebo pasivně kontrolují směr slunečního záření a rozptýleného světla.

Využití denního světla velmi úzce souvisí s energetickými nároky a vnitřními klimatickými podmínkami v budově. Velikost a rozmístění prosklených ploch je třeba určit v souvislosti s celkovou spotřebou energie v budově a specifickými požadavky na denní osvětlení.

Pamatujte si

Denní světlo v budovách se skládá z několika složek: přímého slunečního záření, rozptýleného světla a světla odraženého od země a okolních objektů.

Sluneční záření je intenzivní a směrové.

Rozptýlené světlo je jemné a difuzní.

Světlo odražené od země může často představovat i 15 nebo více procent celkového záření dopadajícího na fasádu budovy.

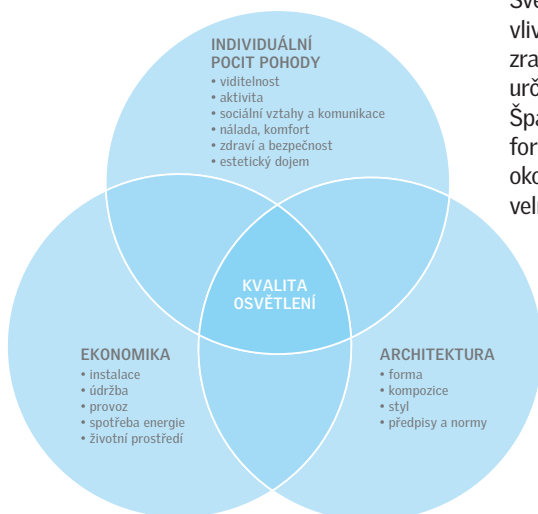
„U kvalitního osvětlení nejde jen o běžné potřeby lidí, kteří v daném prostoru žijí, ale také o jejich zdraví“

1.3 Kvalita denního osvětlení

Do konce 90. let 20. století vycházela doporučení pro osvětlení především z vizuálních potřeb. V posledních letech přešla komunita lidí zabývajících se osvětlením k širší definici kvality osvětlení, která zahrnuje lidské potřeby, architektonickou integraci i ekonomická omezení, jak ukazuje obrázek 1.4.

1.3.1 Vizuální potřeby

Dobrý systém denního osvětlení zajišťuje velké množství světla, aniž by docházelo k oslnění. Na druhou stranu, špatný systém buď nezajistí dostatečný přísun denního světla, takže je třeba často používat elektrické osvětlení, nebo je světla příliš mnoho a dochází k oslnění [6].



Obrázek 1.4: Model kvality osvětlení [9]

Dostupnost denního světla

Princip návrhu denního osvětlení musí být konstruován tak, aby poskytoval dostatečné množství světla v místnosti a na pracovní ploše, takže denní světlo je během dne hlavním nebo dokonce jediným (autonomním) zdrojem světla.

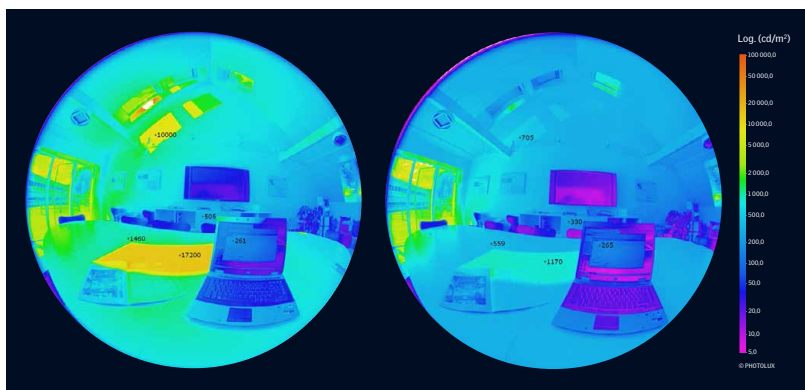
Požadavky na denní osvětlení zatím nejsou stanoveny v evropské normě (existují lokální požadavky jednotlivých členských států); v odborné literatuře ale existuje dostatek podkladů, které ukazují, že intenzita osvětlení v rozsahu 100 až 2 500 lux povede pravděpodobně k podstatně nižšímu využívání elektrického osvětlení [10].

Vizuální komfort

Světelné změny v zorném poli mohou mít vliv na vizuální komfort a dobrou funkci zraku. Pro dobrou viditelnost je žádoucí určitá rovnoměrnost rozložení světla. Špatná viditelnost a nízký vizuální komfort, např. oslnění, nastává tehdy, je-li oko nuceno k příliš rychlé adaptaci na velmi odlišné úrovně osvětlení.

Příliš velké nebo příliš malé kontrasty mohou vést také k únavě, bolestem hlavy, pocitu nepohodlí apod. Lze zobecnit, že pro denní osvětlení je vhodná variace intenzity osvětlení okolo 10:1. Obecně řečeno, lidské oko dokáže pojmut větší variace intenzity osvětlení, je-li prostor osvětlen denním světlem, než když je osvětlen uměle.

K oslnění může dojít tehdy, překročí-li variace intenzity osvětlení hodnotu 20:1 až 40:1 [11]. V případě oslnění se oko adaptuje na vysokou úroveň záření a je pro něj tedy obtížné vnímat detaily v místech, která jsou náhle „příliš tmavá“. Obrázek 1.5 níže ukazuje situaci, kdy je oslnění kontrolováno externím slunečním stíněním (markýzou).



Obrázek 1.5: Mapa intenzity osvětlení sledovaného prostoru, která ukazuje místa ozářená sluncem, která způsobují oslnění.

Mapa intenzity osvětlení sledovaného prostoru, která ukazuje kontrolu oslnění vnějším slunečním stíněním.

📌 Pamatujte si

Denní osvětlení v místnosti a v úrovni pracovní plochy musí být natolik intenzivní, aby denní světlo představovalo hlavní nebo dokonce jediný zdroj světla během dne.

Pro uživatele daného prostoru jsou přijatelné větší variace intenzity osvětlení v prostorech osvětlených denním světlem než v prostorech s umělým osvětlením.

Pro denní osvětlení je vhodná variace intenzity osvětlení okolo 10:1.

Oslnění může nastat tehdy, přesáhne-li variace intenzity osvětlení hodnotu 20:1 až 40:1.

„Naše tělo využívá světlo jako živinu pro metabolické procesy, podobně jako jídlo nebo vodu“

1.3.2 Mimovizuální potřeby

Denní světlo působí na lidi celou řadou způsobů, v nichž nejde zdaleka jen o zrak. Když mluvíme o zdraví, rovnováze a fyziologické regulaci, máme na mysli funkci hlavních systémů, které udržují tělo ve zdraví: nervovou a endokrinní soustavu. Hlavní řídicí centra v těle jsou přímo stimulována a regulována světlem [12].

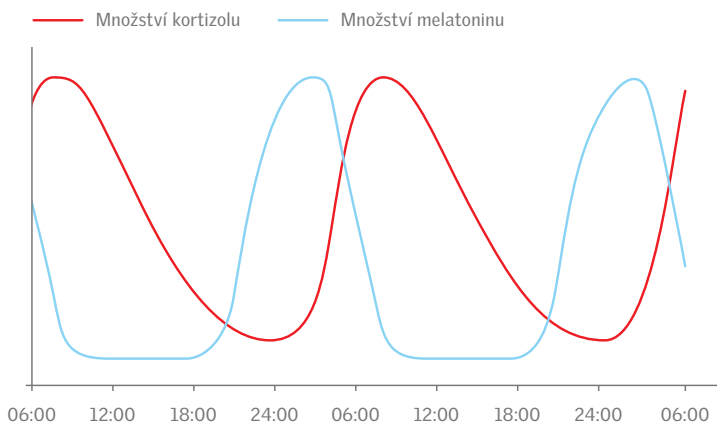
Cirkadiánní rytmy

Mnoho aspektů fyziologie lidského těla a lidského chování podléhá 24hodinovým rytmům, které mají zásadní vliv na naše zdraví a pohodu. Jde například o cyklus spánku a bdění, cykly bdělosti a výkonnosti, cykly bazální tělesné tep-

loty nebo tvorbu hormonů melatoninu a kortizolu [13]. Tyto denní cykly se nazývají cirkadiánní rytmy a jejich regulace velmi výrazně závisí na prostředí, v němž žijeme. Obrázek 1.6 ukazuje rytmus tvorby hormonů melatoninu a kortizolu.

Denní dávka světla a její načasování

Mimovizuální vlivy světla závisí na intenzitě, spektrálním složení a načasování působení světla. Tyto charakteristiky slouží jako první krok ke stanovení parametrů zdravého osvětlení v budovách [14].



Obrázek 1.6: Tvorba hormonů melatoninu a kortizolu [15]

„Potřebujeme více světla správného typu ve správnou dobu“

V úvahu je třeba vzít i specifické potřeby různých věkových skupin. Mladiství a mladí dospělí mají biologické hodiny poněkud zpožděné a potřebují tedy více světla ráno (ložnice, snídaňová místnost, třída...), zatímco u starších osob jsou biologické hodiny posunuté dopředu (což často vede k usínání večer a probuzení brzy ráno) [16].

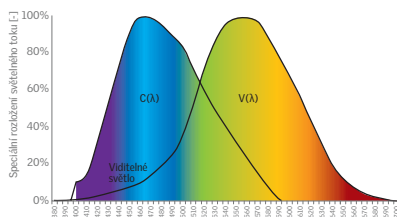
Využití denního světla pro osvětlení může poskytnout vyšší úroveň osvětlení a může významně napomoci zvýšit dávku světla, kterou dostanou lidé trávící většinu svého času uvnitř budov.

Spektrum

O denním světle je známo, že obsahuje vysoké dávky světla potřebného pro biologické funkce [17] ve srovnání s obvyklými elektrickými světelnými zdroji.

Cirkadiánní systém ($C(\lambda)$) je nejvíce ovlivňován v pásmu vlnových délek mezi 446 a 488 nm, zatímco na zrakový systém ($V(\lambda)$) mají největší vliv vlnové délky okolo 555 nm, jak ukazuje obrázek 1.7. Vyše uvedené obrázky 1.1 a 1.2 uka-

zují, že spektrální složení denního světla je v těchto pásmech elektromagnetického spektra mnohem bohatší než obvyklé elektrické světelné zdroje.



Obrázek 1.7: Reakce cirkadiánního ($C(\lambda)$) a zrakového ($V(\lambda)$) systému na světlo [13]

Světlo a tma

Cirkadiánní systém je propojen s cykly světla a tmy v přírodě (den a noc). Předpokládá se, že zdravé světlo velmi úzce souvisí se zdravou tmou, což v zásadě znamená, že potřebujeme vysokou intenzitu světla přes den a tmavou, zatemněnou místnost při spánku.

Pamatujte si:

Lidé v moderní společnosti nedostávají dostatečné denní množství světla a potřebují tedy být vystaveni vyšší úrovni osvětlení po delší dobu.

Potřebujeme být denně vystaveni působení denního světla, protože denní světlo je bohaté v pásmu spektra, na které je náš mimovizuální systém nejcitlivější.

Prostory osvětlené denním světlem jsou tedy vhodnější než prostředí osvětlená elektrickým světlem, protože umožňují lepší výkonnost, produktivitu a učení.

Zdravé světlo úzce souvisí i se zdravou tmou.

„Hledá se: denní světlo a výhled“

1.3.3 Potřeba výhledu

Naplnění potřeby kontaktu s vnějším životním prostředím je důležitým psychologickým aspektem ve vztahu k dennímu světlu [19]; samotný přísun denního světla nestačí k tomu, aby uspokojil potřebu lidí mít výhled do okolí včetně oblohy, obzoru a země [6]. Nově

budované interiéry je třeba navrhovat tak, aby mohly uspokojovat lidské potřeby a aby byly propojeny s přírodním prostředím tak, že minimalizujeme překážky ve výhledu a umožníme výhled do dálky [16]. Velikost a polohu okenních systémů je třeba pečlivě zvážit s ohledem na úroveň očí obyvatel budovy.



Obrázek 1.8: Výhled z obývacího pokoje domu Atika, konceptového domu společnosti VELUX.

📌 Pamatujte si:

Je třeba pečlivě zvažovat velikost a polohu okenních systémů s ohledem na úroveň očí obyvatel budovy. Na tento fakt často při návrhu podkrovní zapomínáme.

1.3.4 Vliv na obyvatele budovy

Výkonnost a produktivita

Denní osvětlení bylo vždy spojováno s lepší náladou, vyšší pracovní morálkou, menší únavou a menší námahou očí [19]. Řada studií dokládá, že výkonnost a produktivita pracovníků v kancelářském, průmyslovém a obchodním prostředí se zvyšuje s kvalitou osvětlení. Firmy zaznamenaly nárůst produktivity u svých zaměstnanců asi o 15% poté, co se společnost přestěhovala do nové budovy s lepším denním osvětlením, což vedlo k významným finančním ziskům [12].

Výzkumy dále ukazují, že učení v prostorech osvětlených denním světlem je efektivnější. Bylo zjištěno, že studenti ve třídách s největší plochou oken nebo s denním osvětlením mají o 7 až 18% lepší výsledky ve standardizovaných testech než studenti ve třídách s menší plochou oken nebo denním osvětlením [20].

Spokojenost uživatele

Pracovníci v kancelářích vysoce oceňují okna v kancelářích [12]. Průzkumy uká-

zaly, že více než 60% kancelářských pracovníků chce mít svoji kancelář osvětlenou přímým slunečním světlem alespoň v jednom ročním období [21] a věří, že práce s přirozeným osvětlením je pro zdraví a pohodu lepší než pod elektrickým světlem [22]. Zaměstnanci pracující v kancelářích si velmi cení přístupu k oknu, dokonce více než soukromí ve svojí kanceláři [23].

Sezónní afektivní porucha (Seasonal Affective Disorder – SAD)

Sezónní afektivní porucha je choroba depresivního typu, která souvisí s přísunem a změnou venkovního světla v zimním období. Výzkumné zprávy dokládají, že poruchou SAD trpí 0,4 až 9,7% světové populace a až trojnásobek tohoto množství má příznaky této poruchy, aniž by byla klasifikována jako deprese (zejména v Severní Americe a severoevropských zemích) [24]. Jako účinná léčba poruchy SAD se ukazuje fototerapie s expozicí oka světlu o intenzitě 2 500 lux (po dobu 2 hodin) až 10 000 lux (po dobu 30 minut) [25]. Fototerapii lze použít i pro léčbu dalších depresivních symptomů (deprese nezávislá na období, premenstruační syndrom, bulimie atd.).

Pamatujte si

Prostředí s denním osvětlením umožňují lepší výkonnost a produktivitu a efektivnější učení.

Jako účinná léčba poruchy SAD a dalších depresivních symptomů se používá fototerapie s expozicí oka světlu o intenzitě 2 500 lux (po dobu 2 hodin) až 10 000 lux (po dobu 30 minut) [25].

1.4 Parametry ovlivňující kvalitu denního osvětlení

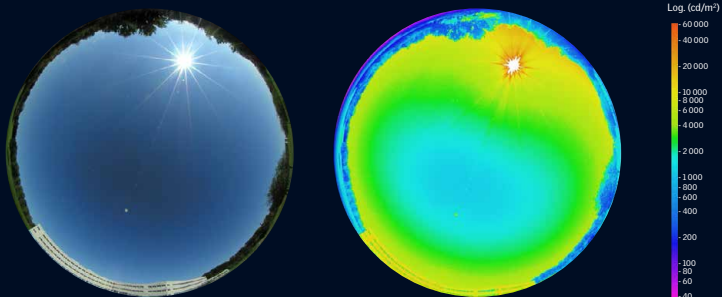
1.4.1 Lokalita

Převažující klimatické podmínky

Převažující klimatické podmínky místa, kde budova stojí, tvoří celkové výchozí podmínky pro návrh denního osvětlení, pokud jde o vizuální komfort, tepelnou pohodu a energetickou náročnost. Obrázky 1.9 až 1.11 ukazují vliv klimatických podmínek na rozložení a intenzitu rozptýleného světla.

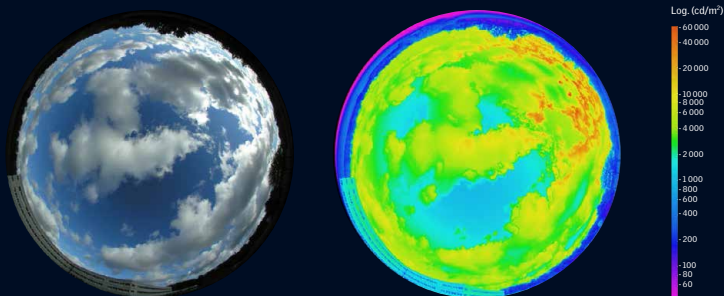
Výška slunce na obloze

Geografická poloha na povrchu Země určuje výšku slunce na obloze v určité denní a roční době. Parametry letní a zimní výšky slunce na obloze pro určitou lokalitu jsou důležitými vstupními hodnotami pro navrhování budov, zejména pokud jde o řízené využití přímého slunečního záření.



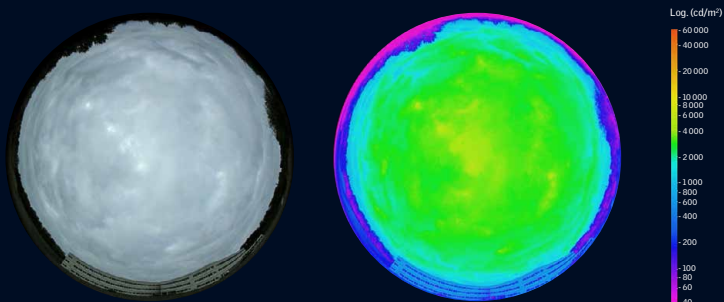
1) Obrázek 1.9: Mapa svítivosti jasné slunečné oblohy. Obrázek nahoře ukazuje rozložení svítivosti na jasné slunečné obloze. Při jasné obloze je svítivost oblohy asi 10× vyšší na obzoru než

v zenitu. Kromě svítivosti oblohy se uplatňuje také svítivosti slunce. Slunce působí jako dynamický zdroj světla o velmi vysoké intenzitě.



2) Obrázek 1.10: Mapa svítivosti oblohy při střední oblačnosti. Obrázek nahoře ukazuje rozložení svítivosti při střední oblačnosti. V tomto konkrétním případě je solární energie rozptýlována mraky, což vede k jemnějšímu přechodu

mezi velmi vysokou svítivostí slunce a svítivostí okolní oblohy. Lze pozorovat, že mraky (ozařované sluncem) mají vyšší svítivost než okolní obloha.



3) Obrázek 1.11: Mapa svítivosti zatažené oblohy. Obrázek nahoře ukazuje rozložení svítivosti na zatažené obloze. Při dokonale zatažené

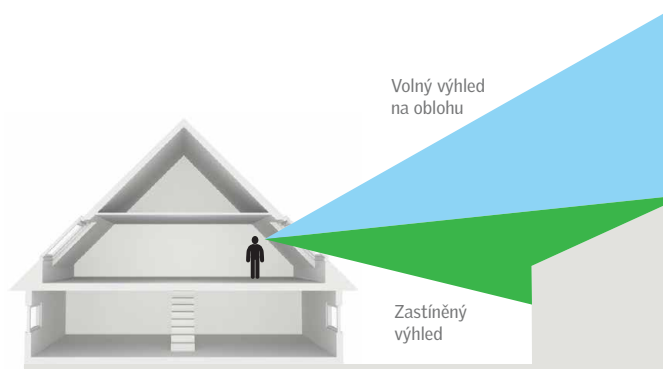
obloze je svítivost oblohy stejná ve všech směrech a zenit je asi 3× svítivější než horizont.

1.4.2 Charakteristiky místa

Odrazy a překážky mimo budovu

Vnější odrazy a stínění sousedními budovami, vegetací, tvarem terénu apod. má vliv na množství denního světla dopadajícího do interiéru. Kvalitu denního

osvětlení dále ovlivňují odrazy a stínění v rámci budovy samotné (vlastní hmota, převis střechy, permanentní stínění apod.). Střešní okna jsou obecně méně stíněna překážkami než fasádní okna, jak ukazují obrázky 1.12 a 1.13.



Obrázek 1.12: Složky výhledu. Situace v případě střešního okna.



Obrázek 1.13: Složky výhledu. Situace v případě fasádního okna.

Příklad: Vliv vnější překážky na úroveň denního osvětlení uvnitř budovy

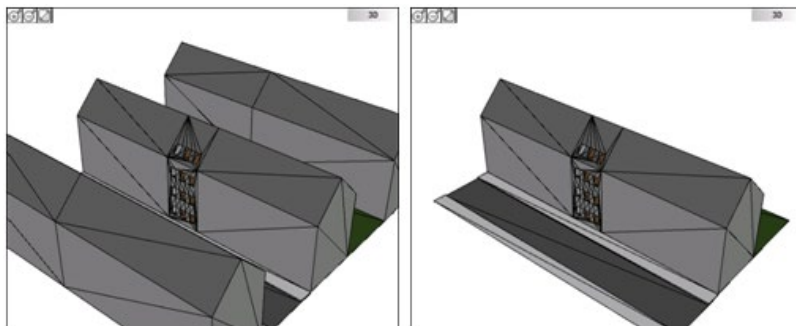
Následující příklad ukazuje vliv vnější překážky na úroveň denního osvětlení uvnitř obytné budovy umístěné v městském prostředí. Níže uvedené obrázky představují 3D modely použité pro simulaci v aplikaci VELUX Daylight Visualizer, ve které byl vypočten koeficient denního osvětlení (Daylight Factor – DF) pro každé podlaží.

Parametry modelu

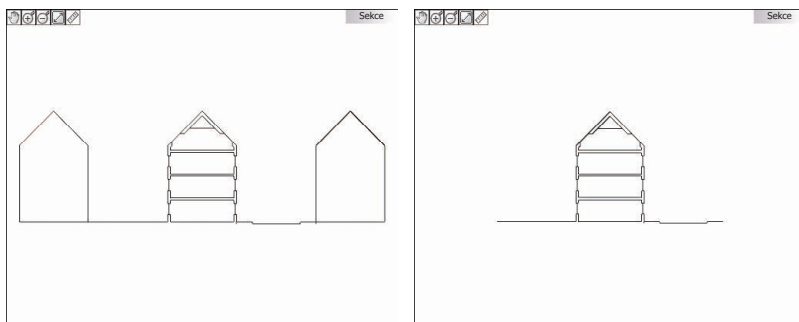
Poměr prosklených ploch k podlahové ploše: 20 %

Propustnost viditelného světla u okenních výplní τ_v : 0,78

Odráživost povrchů: vnitřní stěny 0,65, vnější zdi 0,50, podlaha 0,30, strop 0,90, střecha 0,30, dlažba 0,25, trávnik 0,20



Obrázek 1.14: Zobrazení 3D modelu použitého pro simulace s překážkou (vlevo) a bez překážky (vpravo).



Obrázek 1.15: Řez 3D modelem použitým pro simulace s překážkou (vlevo) a bez překážky (vpravo).

Výsledky

Výsledky simulace, které ukazuje obrázek 1.16, vedou k závěru, že vnější překážka sníží průměrnou hodnotu DF ve všech podlažích budovy, přičemž ale její vliv je mnohem větší v dolním podlaží budovy, kde je přísun denního světla snížen o polovinu. Proto je velmi důležité při analýze denního osvětlení brát v úvahu vnější překážky. Výsledky simulace dále ukazují, že vnější překážky mají malý vliv na přísun denního světla v podkrovní osvětleném střešními okny. Střešní okna mohou i v městské zástavbě poskytovat štedrý přísun denního světla, protože jsou méně ohrožena vnějšími překážkami.



Obrázek 1.16: Porovnání průměrného koeficientu denního osvětlení zjištěného pro každé podlaží budovy s vnější překážkou a bez ní.

1.4.3 Orientace

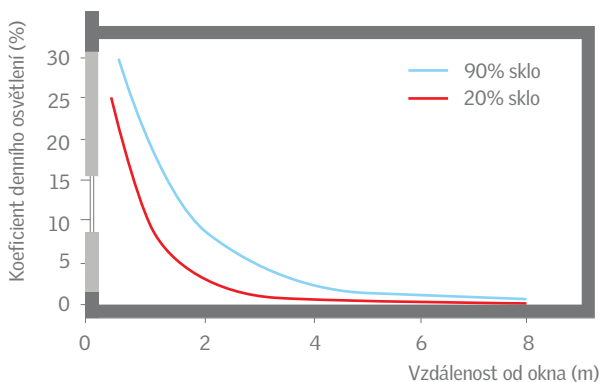
Orientace budovy ovlivňuje přísun a charakteristiku denního světla v interiéru. Na severní polokouli platí, že světlo dopadající ze severu bude v mnoha případech difuzní a vytvoří v interiéru funkční a komfortní osvětlení, které bude během celého dne stabilní. Světlo přicházející z jižní, východní a západní strany bude v mnoha případech v interiéru vytvářet osvětlení přímým slunečním zářením o intenzitě, která se bude v průběhu dne podstatně měnit podle toho, jak bude slunce měnit svoji polohu.

Je třeba mít na paměti, že na střešní okna a světlíky instalované ve střeších s malým sklonem bude pravděpodobně dopadat přímé sluneční záření i v případě orientace na sever.

1.4.4 Geometrie budovy

Geometrie budovy má vliv na její schopnost přivádět do interiéru dostatek denního světla. Je-li budova hluboká, má osvětlení pomocí pouhých fasádních oken svá omezení. Nezáleží na tom, kolik prosklených ploch je ve fasádě; dostatečného přísunu denního světla ($DF > 2\%$) lze dosáhnout pouze v oblasti do několika metrů od fasády, jak ukazuje obrázek 1.17.

Prvky jako světelné police nebo odrazné stropy mohou přísun světla z fasády poněkud zlepšit, ale tato řešení jsou zpravidla vizuálně nevyhovující. Nejúčinnější způsob, jak přivést denní světlo hlouběji do budovy, je využít světlo dopadající na střechu pomocí produktů, jako jsou střešní okna či světlovody VELUX.



Obrázek 1.17: Koeficient denního osvětlení pro dva způsoby rozmístění fasádních oken.

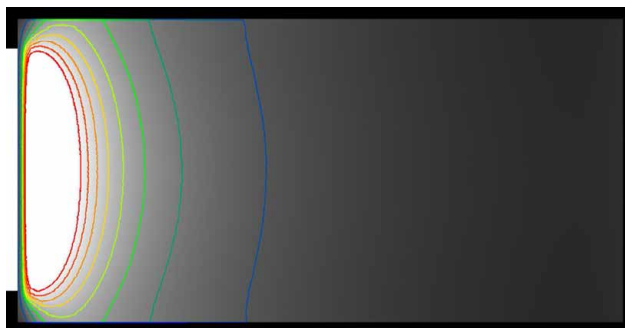
Příklad: Denní osvětlení v hlubokých budovách

Níže uvedené simulace ukazují úroveň denního osvětlení v hluboké místnosti s okny uspořádanými třemi různými způsoby.

Rozměry místnosti: 8 m (D) × 4 m (Š) × 3 m (V)

Propustnost viditelného světla u okenní výplně (τ_v): 0,78

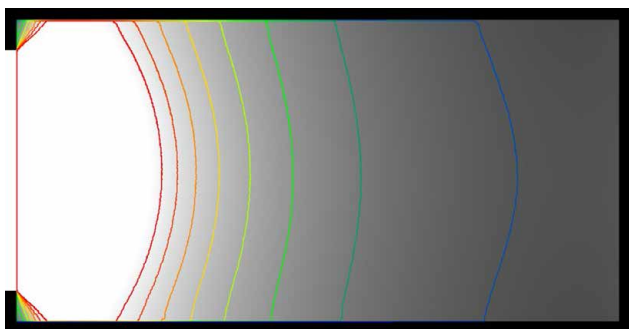
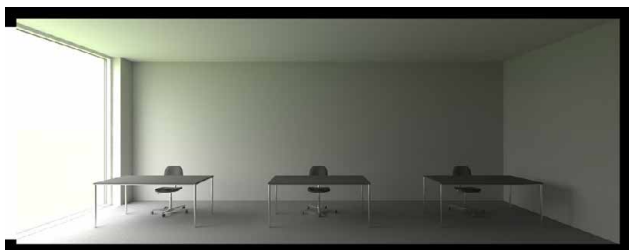
Odráživost povrchů: 0,35 (podlaha), 0,66 (stěna), 0,90 (strop)



Obrázek 1.18: Simulace jasu a koeficientu denního osvětlení ve scénáři č. 1.

1) Situace s poměrem prosklené plochy ku podlahové ploše 10% (pouze fasádní okno).

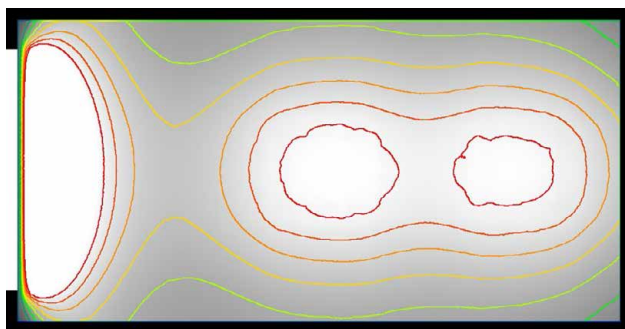
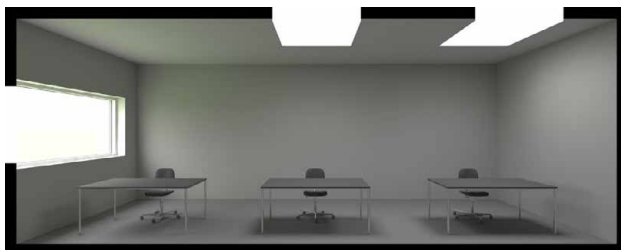
Výsledky scénáře č. 1 ukazují, že při 10% poměru prosklené plochy ku podlahové ploše dosáhneme hodnoty DF pouze 2% ve vzdálenosti několika metrů od fasády, zatímco zadní části místnosti budou osvětleny velice slabě. Přestože průměrná hodnota DF je 1,9%, jen malá oblast v úrovni pracovní plochy dosahuje hodnot přes 2% a pouze jedno ze tří pracovišť v místnosti lze považovat za osvětlené denním světlem.



Obrázek 1.19: Simulace jasu a koeficientu denního osvětlení ve scénáři č. 2.

2) Situace s poměrem prosklené plochy ku podlahové ploše 30 % (pouze fasádní okno).

Výsledky scénáře č. 2 ukazují, že při 30 % poměru prosklené plochy ku podlahové ploše dosáhneme hodnoty DF 2 % ve vzdálenosti asi 4,5 metrů od fasády. Průměrná hodnota DF je rovna 5,1 %, ale světlo je velmi nerovnoměrné a není vhodně rozloženo po celé úrovni pracovní plochy; hodnoty DF jsou velmi vysoké v blízkosti okna a nízké v zadní části. Vzniká tak světelné prostředí, které bude pravděpodobně vizuálně nekomfortní a bude způsobovat oslnění. V tomto scénáři lze dvě ze tří pracovišť v místnosti považovat za osvětlené denním světlem.



Obrázek 1.20: Simulace jasu a koeficientu denního osvětlení ve scénáři č. 3.

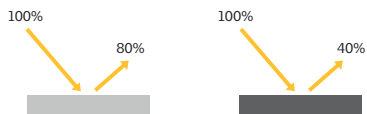
3) Situace s poměrem prosklené plochy ku podlahové ploše 20% (11% fasádní okno + 9% střešní okno).

Výsledky scénáře č. 3 ukazují, že kombinace fasádního a střešního okna s 20% poměrem prosklené plochy ku podlahové ploše umožňuje dosáhnout dostatečné a použitelné hodnoty DF po celé úrovni pracovní plochy; průměrná hodnota DF je 6,4%. Výsledky ukazují, že použití střešních oken zajistí lepší úroveň osvětlení denním světlem a tedy i jasné prostředí, ve kterém bude menší pravděpodobnost oslnění a vizuálního nepohodlí. V tomto scénáři lze všechna tři pracoviště v místnosti považovat za osvětlená denním světlem.

Simulace byly provedeny v aplikaci VELUX Daylight Visualizer. Ve scénáři č. 3 byly použity světlíky VELUX CVP.

1.4.5 Vlastnosti materiálů

Barva a odrazivost povrchů v místnosti tvoří součást systému osvětlení. Tmavé povrchy odrážejí méně světla než světlé povrchy a výsledkem pravděpodobně bude nedostatečně osvětlené prostředí s malým množstvím nepřímého či odraženého světla. Proto se obvykle dává přednost světlým svislým plochám namísto tmavých ploch, pokud nedochází k oslnění.



Obrázek 1.21: Schéma ukazující vliv odrazivosti povrchu na šíření světla.

Příklad: Vliv odrazivosti povrchu na úroveň svítivosti

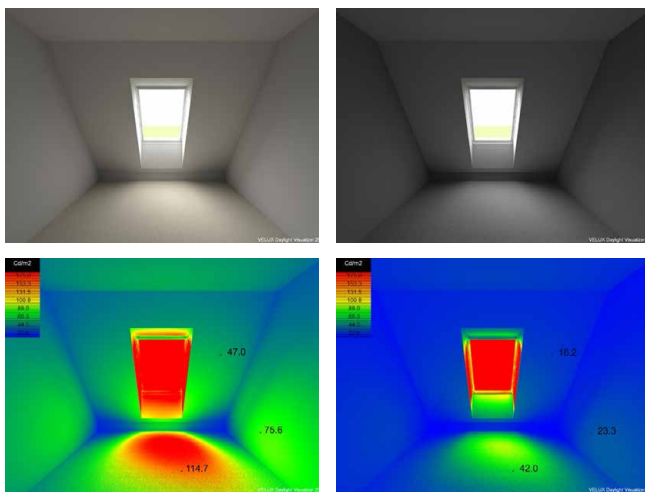
Níže uvedené simulace ukazují vliv použití světlých nebo tmavých barev na vzhled místnosti a úroveň jasu. Simulace ukazují, že místnost provedená ve světlých barvách poskytuje vyšší úroveň jasu na všech plochách a umožňuje lepší využití světla přicházejícího okny.

Charakteristiky modelu

Propustnost viditelného světla u okenní výplně (τ_v): 0,78

Odráživost povrchů – světlá místnost: stěna 0,80, podlaha 0,75, strop 0,90

Odráživost povrchů – tmavá místnost: stěna 0,40, podlaha 0,35, strop 0,80



Obrázek 1.22: Simulace znázorňující vliv odrazivosti povrchů na úroveň jasu. Simulace byly provedeny v aplikaci VELUX Daylight Visualizer.

1.4.6 Okna

Prosklená plocha

Množství světla vnikajícího do místnosti souvisí s celkovou prosklenou plochou oken v této místnosti.

Okenní výplň

Množství denního světla propouštěného okenní výplní je sníženo tím, že světlo musí proniknout přes několik skleněných vrstev. Platí odhad, že dvojsklo (bez povrchové úpravy) propouští zhruba 80 % a trojsklo (bez povrchové úpravy) asi 70 % světla (ve srovnání s otevřeným oknem). Barevné sklo nebo sklo s povrchovou úpravou může snížit propustnost viditelného světla u okenní výplně až na hodnoty kolem 20 % a podstatně tak změnit spektrální charakteristiku nejen propouštěného světla, ale i vnímání barev povrchů v interiéru.

Poloha

Poloha oken má vliv na rozložení denního světla po místnosti a určuje tak množství „užitečného“ světla. Při návrhu polohy oken je dále třeba vzít v úvahu vztah mezi výhledem ven a úrovní očí obyvatel domu.

Rámy

Tvar okenních ráků má vliv na množství denního světla propouštěného do místnosti a lze jich využít ke zjemnění přechodu mezi vysokou úrovní jasu okna a povrchy v místnosti.

! Pamatujte si

Platí odhad, že dvojsklo propouští zhruba 80 % a trojsklo asi 70 % světla. Barevné sklo nebo sklo s povrchovou úpravou může snížit propustnost viditelného světla u okenní výplně až na 20 %.

„Není možné «optimalizovat» budovy z pohledu dobrého využití denního světla pouze pomocí statických prosklených ploch, protože intenzita denního světla se dramaticky mění“

Stínění

Stínění a využití slunečních clon je pro dobré využití denního světla stejně důležité jako okno samotné. K nastavení množství světla propouštěného do vnitřních prostor a snížení jasu okna, aby nedošlo k oslnění, lze použít skládané a sklopné žaluzie. Sklopné žaluzie lze využít i pro směřování světla proudícího do místnosti.

Nejúčinnějším řešením stínění, které zabrání průniku přímého slunečního záření do interiéru, je využití vnějšího stínění. Příkladem vnějšího stínění jsou rolety a markýzy. Tmavě šedá výplň (markýza VELUX 5060) podstatně sníží intenzitu osvětlení a úroveň jasu na úroveň, při které nebude hrozit oslnění.



Vnitřní stínění – sklopná žaluzie



Vnější stínění – roleta



Vnitřní stínění – skládaná žaluzie



Vnější stínění – markýza

Obrázek 1.23: Různé typy stínění.

1.5 Denní osvětlení střešními okny

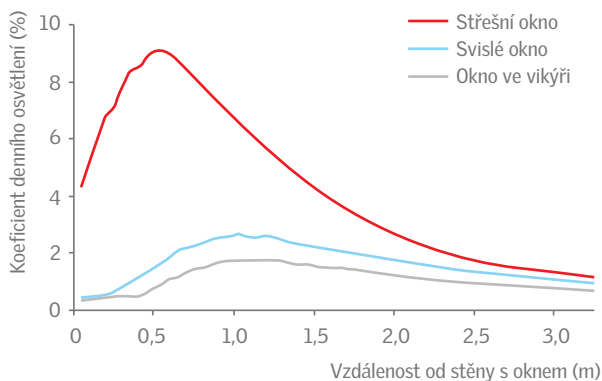
1.5.1 Vliv trojího uspořádání oken na denní osvětlení interiéru

Více světla

Ukazuje se, že střešní okna poskytují za stejných podmínek nejméně dvakrát více světla než svislá okna stejných rozměrů a třikrát více světla než vikýře stejných rozměrů; viz obrázek 1.24. Střešní okno dále umožňuje větší variaci intenzity osvětlení, což zvyšuje vizuální zajímavost místnosti [26].

Lepší rozložení světla

Dále je zřejmé, že střešní okna zajišťují vyšší jas stěn než okna ve vikýři a fasádní okna, což vede k jemnějšímu přechodu mezi vysokým jasnem okenní výplně a sousední zdí a snižuje tak riziko oslnění.



Obrázek 1.24: Porovnání koeficientu denního osvětlení v různých hloubkách místnosti.

„Střešní okna vždy zlepšují kvalitu denního osvětlení a jsou příležitostí k úsporám“

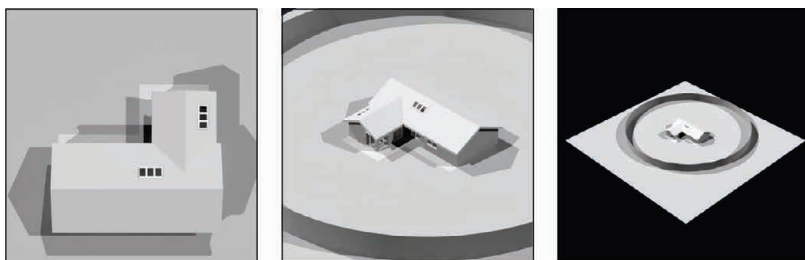
1.5.2 Vliv horního osvětlení v obytných budovách

Vliv instalace střešních oken a světlíků v obytných budovách byl zkoumán v rámci analýzy denního osvětlení zaměřené na klimatické podmínky, kterou provedla organizace Energy and Sustainable Development na univerzitě de Montfort ve Velké Británii.

Hlavním cílem studie bylo posoudit a kvantifikovat vliv střešních oken a světlíků VELUX instalovaných ve velké výšce na charakteristiku denního osvětlení v různých scénářích. Celkem bylo hodnoceno deset návrhů budov se všemi kombinacemi osmi orientací a šesti klimatických zón. Vzniklo tedy 480 souborů unikátních klimatických simulací denního osvětlení. Obrázek 1.25 níže ukazuje jeden z modelových domů použitých v analýze.

Mezi hlavní závěry studie patří následující [13]:

- Přidáním střešních oken se vždy zlepšila kvalita denního osvětlení vnitřního prostoru. U některých návrhů vedlo přidání střešních oken k nárůstu přísunu denního světla o 12 až 45 % v rámci roku.
- Přidání střešních oken vede k podstatnému zkrácení období s příliš slabým osvětlením místností (méně než 100 lux), ve kterých je pravděpodobné využití elektrického osvětlení.
- Přidání střešních oken vede k prodloužení období s úrovní osvětlení vyšší než 2 500 lux. Nedávný výzkum ukazuje, že mírné působení intenzivního světla má podstatné přínosy pro zdraví.



Obrázek 1.25: Výkresy ukazující jeden z modelových domů použitých v analýze.

1.5.3 Vliv použití střešních oken v domě Green Lighthouse

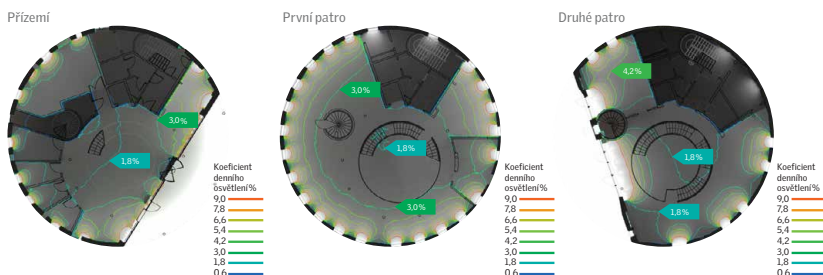
Kvalita denního osvětlení v domě Green Lighthouse, z projektu Model Home VELUX 2020, byla posuzována pomocí simulací koeficientu denního osvětlení. Bylo provedeno srovnání kvality denního osvětlení s použitím střešních oken a bez nich s cílem ukázat vliv střešních oken VELUX.

Výsledky, které jsou znázorněny na obrázku 1.26, ukazují, že střešní okna po-

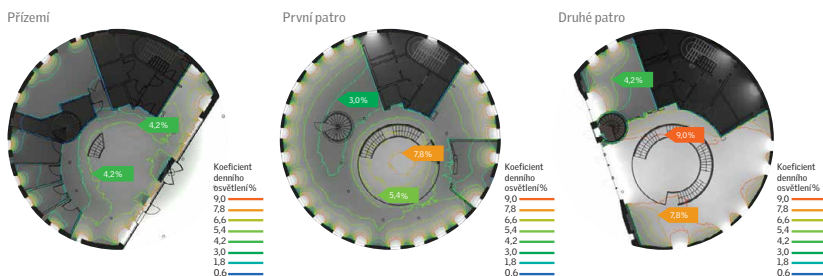
skytují denní osvětlení o vysoké intenzitě ve společných prostorách druhého patra, čímž vytvářejí pro jeho obyvatele zdravé vnitřní prostředí s velkým množstvím denního světla a umožňují kontakt s oblohou.

Výsledky dále ukazují, že použití střešních oken podstatně přispívá k úrovni denního osvětlení v nižších patrech díky prosvětlenému prostoru atria a vede tak k lepšímu rozložení denního světla ve všech patrech, protože vyvažuje světlo přicházející fasádními okny.

Kvalita denního osvětlení bez střešních oken



Kvalita denního osvětlení se střešními okny

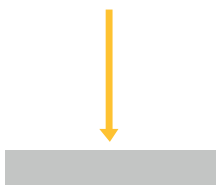


Obrázek 1.26: Koeficient denního osvětlení v domě Green Lighthouse porovnávající situaci s použitím střešních oken a bez nich.

1.6 Hodnocení kvality denního osvětlení

1.6.1 Intenzita osvětlení

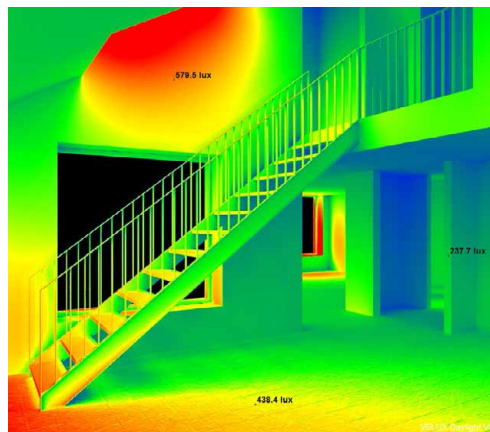
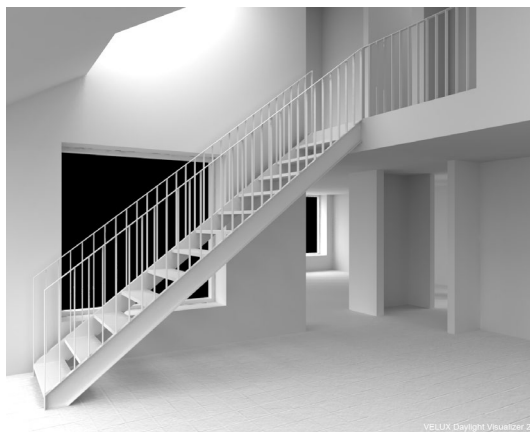
Intenzita osvětlení vyjadřuje množství světla dopadajícího na určitou plochu. Zpravidla se udává v luxech (lm/m^2). Intenzitu osvětlení lze měřit luxmetrem (viz obrázek 1.28) nebo předpovídat pomocí počítačových simulací prováděných ve spolehlivém a osvědčeném softwaru (např. VELUX Daylight Visualizer). Obrázek 1.29 ukazuje příklad vykreslení intenzity osvětlení. Intenzita osvětlení je fotometrická veličina, kterou využívá většina ukazatelů určujících dostupnost denního světla v interiéru.



Obrázek 1.27: Schéma intenzity osvětlení.



Obrázek 1.28: Luxmetr.



Obrázek 1.29: Simulace intenzity osvětlení v projektu MH2020 Home for Life společnosti VELUX.

Typické hodnoty intenzity osvětlení:

Přímé sluneční záření	100 000 lux
Rozptýlené světlo	3 000–18 000 lux

Minimální hodnoty pro práci a jiné aktivity:

Obytné místnosti	200–500 lux
Třídy (obecně)	300–500 lux
Osvětlení pracoviště	200–500 lux

⚠ Pamatujte si

Intenzita osvětlení (udávaná v luxech) vyjadřuje množství světla dopadajícího na určitou plochu.

Intenzita osvětlení je veličinou, kterou v současné době využívá většina ukazatelů určujících kvalitu denního osvětlení v interiéru.

1.6.2 Jas

Jas udává množství světla odraženého nebo vyzařovaného z určité plochy. Zpravidla se udává v cd/m^2 .



Obrázek 1.30: Schéma jasu.

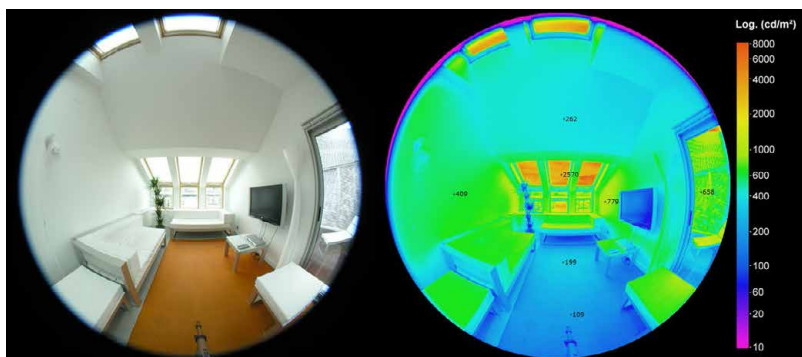
Jas lze měřit jasoměrem (viz obrázek 1.32) nebo pomocí zobrazovacích metod HDR (High Dynamic Range) s použitím digitálního fotoaparátu a softwaru pro mapování svítivosti (např. Photolux); příklad je na obrázku 1.33. Hodnoty jasu lze předpovídat pomocí počítačových simulací prováděných ve spolehlivém a osvědčeném softwaru (např. VELUX Daylight Visualizer). Obrázek 1.34 ukazuje příklad vykreslení hodnot jasu. Jas je fotometrická veličina, která slouží k posuzování vizuálního komfortu a oslnění v interiéru.



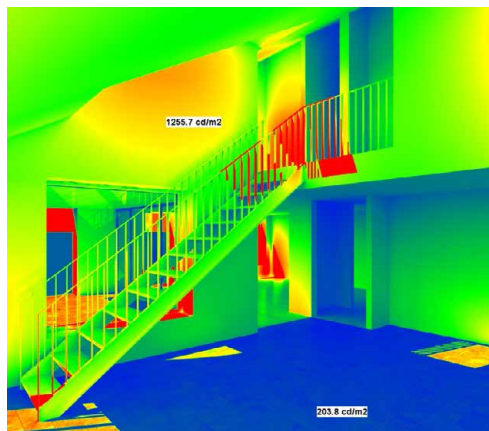
Obrázek 1.31: Fotoaparát Nikon CoolPix a širokoúhlý objektiv („rybí oko“) používaný pro vytváření map jasu.



Obrázek 1.32: Jasoměr



Obrázek 1.33: Mapa svítivosti ukazující rozložení hodnot jasu v konceptu domu Atika společnosti VELUX při zatažené obloze.



Obrázek 1.34: Rozložení hodnot jasů projektu MH2020 Home for Life společnosti VELUX.

Typické hodnoty svítivosti:

Sluneční kotouč v poledne	1 600 000 000 cd/m ²
Sluneční kotouč nad obzorem	600 000 cd/m ²
Matná žárovka (60 W)	120 000 cd/m ²
Studená bílá výbojka T8	11 000 cd/m ²
Jasná obloha – průměrná hodnota	8 000 cd/m ²
Zatažená obloha – průměrná hodnota	2 000 cd/m ²

📌 Pamatujte si

Jas (udávaná v cd/m²) vyjadřuje množství světla odraženého nebo vyzařovaného z určité plochy.

Jas je světelná veličina používaná pro posuzování vizuálního komfortu a oslňení v interiéru.

1.6.3 Ukazatele kvality denního osvětlení

Koeficient denního osvětlení (Daylight Factor – DF)

Koeficient denního osvětlení (DF) je běžná a snadno použitelná veličina, která umožňuje posoudit přísun denního světla do místnosti.

Hodnota DF vyjadřuje v podobě procentuálního podílu množství denního světla, které je k dispozici v interiéru (v úrovni pracovní plochy) ve srovnání s množstvím denního světla nezastíněného překážkami venku za standardních podmínek oblačnosti podle CIE [27].



Obrázek 1.35: Výkres ukazující naměřené hodnoty koeficientu denního osvětlení (současné měření úrovně vnitřní a venkovní intenzity osvětlení [bez zastínění překážkami] na vodorovné rovině).

Čím vyšší je hodnota DF, tím větší je přísun denního světla do dané místnosti. Místnosti s průměrnou hodnotou DF 2% a více lze považovat za plně osvětlené denním světlem, ale pro plnou funkci zraku může být i tak zapotřebí elektrického světla. Místnost je dobře osvětlená denním světlem, jestliže je průměrná hodnota DF vyšší než 5%; v takových případech nebude s nejvyšší pravděpodobností během dne třeba použít elektrické světlo [28].

S ohledem na standardní hodnoty denního osvětlení doporučuje společnost VELUX Group dosáhnout průměrné hodnoty DF ve výši 5% v hlavních obytných a pracovních prostorách budovy.



Obrázek 1.36: Rozložení hodnot koeficientu denního osvětlení v projektu MH2020 Home for Life společnosti VELUX.

📌 Pamatujte si

Koeficient DF vychází z hodnot intenzity osvětlení (udávané v luxech).

Koeficient DF se počítá za standardních podmínek oblačnosti stanovených CIE a nezahrnuje vliv přímého slunečního záření na intenzitu denního osvětlení.

Koeficient DF nezahrnuje hodnocení vlivu orientace.

Je-li průměrná hodnota DF v místnosti nižší než 2 %, je místnost zpravidla temná a bude pravděpodobně zapotřebí často použít elektrické osvětlení; je-li průměrná hodnota DF vyšší než 5 %, jeví se interiér jako velmi dobře osvětlený denním světlem.

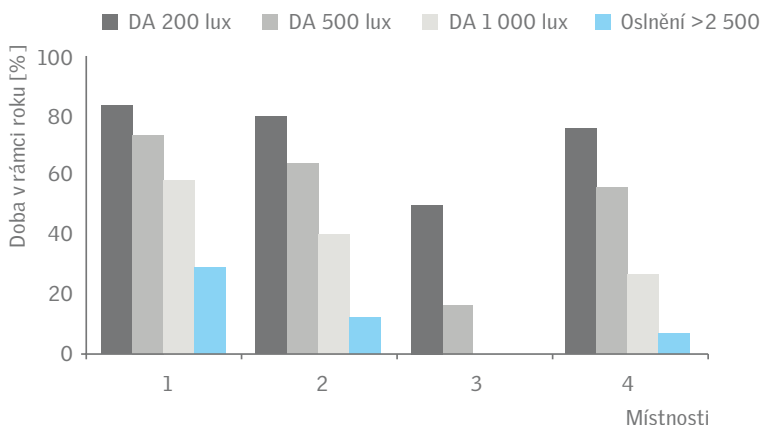
Autonomie denního světla (Daylight Autonomy – DA)

Autonomie denního světla (DA) je nový ukazatel kvality denního osvětlení, který se počítá na základě zaznamenaných klimatických údajů.

Parametr DA je definován jako procentuální podíl času (v rámci roku), po který je v interiéru (v úrovni pracovní plochy) k dispozici denní světlo o určité minimální intenzitě osvětlení (např. 500 lux).

Parametr DA umožňuje zahrnout do výpočtu vliv přímého slunečního záření na úroveň denního osvětlení v interiéru a je citlivý i na orientaci a klimatické podmínky místa, kde budova stojí.

Níže uvedený příklad ukazuje získané hodnoty autonomie denního světla pro 4 různé místnosti v mateřské školce. V tomto případě byla kvalita denního osvětlení v místnostech vypočtena pro 4 úrovně intenzity osvětlení, tj. 200 lux, 500 lux, 1 000 lux a > 2 500 lux, aby bylo možno předpovědět riziko oslnění a přehřívání.



Obrázek 1.37: Hodnoty autonomie denního světla (DA) a riziko oslnění a přehřívání ve 4 různých místnostech.

1.7 Požadavky na denní osvětlení ve stavebních předpisech

Na využití denního osvětlení se ve stávajících právně vymahatelných normách a stavebních předpisech ve všech zemích kladou velmi malé (pokud vůbec nějaké) požadavky či doporučení.

Legislativní předpisy týkající se denního osvětlení lze rozdělit na tři typy [29]:

- Přístup slunečního záření do budov. Legislativa tohoto typu (zpravidla nazývaná „předpisy pro sluneční zóny“) se snaží garantovat obyvatelům budovy přísun slunečního záření v předem stanoveném časovém období. „Sluneční zóny“ (např. v Japonsku nebo Číně) souvisí se zdravím, bezpečností a pohodlím obyvatel.
- Požadavky na okna a jejich prosklenou plochu vzhledem k výměře místnosti nebo fasády. Je třeba zdůraznit, že legislativu nařizující minimální poměr prosklené plochy nelze považovat za legislativu týkající se využití den-

ního světla, protože v ní není řeč o skutečném přísunu denního světla do místnosti nebo budovy; nejsou zde zohledněny vnější mezní podmínky, převisy budovy, trvalé stínění, rozmístění či průsvitnost prosklených ploch atd.

- Úroveň vnitřního osvětlení v místnosti. Hodnoty intenzity denního osvětlení jsou obvykle uvedeny jako žádoucí nebo doporučené, ať už ve formě konkrétních hodnot intenzity osvětlení (v luxech) v úrovni pracovní plochy nebo metodou koeficientu denního osvětlení.

Společnost VELUX Group usiluje o to, aby okna byla vnímána jako hlavní zdroj denního světla a přísunu slunečního záření v budovách; snažíme se propagovat zdravé vnitřní prostředí a přispět ke snížení spotřeby elektřiny na osvětlení. Naším cílem je, aby využití denního světla bylo zahrnuto a konkrétně řešeno v evropských stavebních normách a předpisech spolu s konkrétními kritérii kvality denního osvětlení pro všechny hlavní obytné a pracovní prostory v budově.

Denní osvětlení budov v legislativě ČR

Ve vyhlášce o technických požadavcích na stavby 20/2012 Sb., je mimo jiné uvedeno, že u nově navrhovaných budov musí návrh osvětlení v souladu s normovými hodnotami řešit denní, umělé i případné sdružené osvětlení, a posuzovat je společně s vytápěním, chlazením, větráním, ochranou proti hluku, prosluněním, včetně vlivu okolních budov a naopak vlivu navrhované stavby na stávající zástavbu.

Dále vyhláška stanovuje, že obytné místnosti musí mít zajištěno denní osvětlení v souladu s normovými hodnotami a že rovněž v bytových místnostech musí být navrženo denní, umělé a případně sdružené osvětlení v závislosti na jejich funkčním využití a na délce pobytu osob v souladu s normovými hodnotami.

Normové hodnoty pro denní osvětlení obytných budov definuje ČSN 73 0580-2, kde je stanovena požadovaná úroveň denního osvětlení v obytných místnostech jako kvantitativní kritérium. Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti, pokud je požadována dle 4.3.2 ČSN 73 0580-1, je nejméně 2%. Poža-

dována dle 4.3.2 ČSN 73 0580-1 je pro prostory s horním denním osvětlením a s kombinovaným denním osvětlením, u kterých je podíl horního osvětlení na průměrné hodnotě činitele denní osvětlenosti roven nejméně jedné polovině. V obytných místnostech, ve kterých se nepožaduje podle 4.3.2 ČSN 73 0580-1 splnění průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti, musí být ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, ale nejdále 3 m od okna, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn, hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7% a průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti z obou těchto bodů nejméně 0,9%.

Norma ČSN 73 0580-1 rovněž požaduje, jde-li o trvalý pobyt lidí ve vnitřním prostoru nebo jeho funkčně vymezené části, musí být minimální hodnota činitele denní osvětlenosti D_{\min} rovna nejméně 1,5% a průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti D_m , pokud se požaduje, rovna nejméně 3% i když pro danou zrakovou činnost stačí nižší hodnoty. V základních požadavcích na denní osvětlení této normy je rovněž definice, že denní osvětlení vnitřních prostorů budov a jejich funkčně vymezených částí

se navrhuje podle zrakových činností, pro které jsou určeny a kterým denní osvětlení slouží. Je-li denní osvětlení vnitřního prostoru nebo jeho funkčně vymezené části určeno pro různé zrakové činnosti, musí vyhovovat i pro ty, které mají největší požadavky na osvětlení. V tabulce třídění zrakových činností je například pro třídu zrakové činnosti IV kam patří například i čtení a psaní požadováno minimální D_{\min} 1,5% a průměrné D_m 5%. Tato norma definuje také kvalitativní kritérium na denní osvětlení v podobě rovnoměrnosti denního osvětlení. Hodnota rovnoměrnosti denního osvětlení ve vnitřních prostorech, ve kterých se dle 4.3.2 požaduje splnění jen minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti, nemá být při třídách zrakových činností I až IV menší než 0,2. Rovnoměrnost denního osvětlení se přitom určuje jako podíl nejmenší a největší hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech.

1.8 Úhrnem o denním osvětlení

Denní světlo má zásadní vliv na budovu a jejich obyvatele. Ovlivňuje potřebu elektrického osvětlení, chlazení a vytápění budov a současně zlepšuje pohodlí a zdraví, které jsou pro obyvatele budovy zásadní.

Dobře navržená budova z hlediska využití denního světla poskytuje velké množství denního světla, aniž by docházelo k oslňování nebo tepelné nepohodě. Špatný systém denního osvětlení naproti tomu nezajistí dostatek světla, takže je třeba často používat elektrické osvětlení, nebo je přísun světla naopak příliš velký, takže narušuje pocit pohody a způsobuje oslnění.

Interiéry s průměrnou hodnotou koeficientu denního osvětlení (DF) ve výši 2% a více lze považovat za osvětlené denním světlem, ale i tak může být zapotřebí použít pro dobrou funkci zraku elektrické osvětlení. Místnost je silně osvětlena denním světlem, jestliže průměrná hodnota parametru DF je vyšší než 5%; elektrické osvětlení v takovém případě nebude během dne zapotřebí.

Není možné „optimalizovat“ budovu tak, aby poskytovala dobrou kvalitu denního osvětlení, pouze pomocí oken, protože intenzita denního světla se dramaticky mění. Vždy je třeba zvážit a využít vhodné vnější i vnitřní sluneční stínění a optimalizovat tak vizuální komfort.

Velikost a rozmístění oken je vždy třeba posuzovat společně s celkovou spotřebou energie v budově a specifickými požadavky na denní osvětlení.

Pro návrh kvality denního osvětlení navrhované budovy a pro vizualizaci charakteristik denního světla v interiéru lze použít aplikaci VELUX Daylight Visualizer.

Reference

Reference

- [1] Technická univerzita v Berlíně, projekt NEST: *Innovative Sensor System for Measuring Perceived Air Quality and Brand Specific Odours*, Evropská komise, 2007.
- [2] United States Environmental Protection Agency: *Indoor Air Facts No. 4 (upravené vydání) Sick Building Syndrome*, 1991.
- [3] N. Baker: *Daylight inside and the world outside*, Daylight & Architecture, č. 11/2009.
- [4] P. M. Bluysen: *Understanding the indoor environment – putting people first*, Daylight & Architecture, č. 13/2010.
- [5] R. Perez: *Making the case for solar energy*, Daylight & Architecture, č. 9/2009.
- [6] P. Boyce, C. Hunter a O. Howlett: *The Benefits of Daylight through Windows*, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, 2003.
- [7] Osram: *The new class of light*, <http://www.osram.com/>, poslední návštěva: 7. 6. 2010.
- [8] W. Lam: *Perception and Lighting as Formgivers for Architecture*, McGraw-Hill, 1977.
- [9] J. A. Veitch a A. I. Slater: *A framework for understanding and promoting lighting quality*, sborník z prvního symposia CIE ke kvalitě denního osvětlení, str. 237–241, 1998.
- [10] J. Mardaljevic: *Climate-Based Daylight Analysis for Residential Buildings – Impact of various window configurations, external obstructions, orientations and location on useful daylight illuminance*, Institute of Energy and Sustainable Development, De Montfort University, 2008.
- [11] M. S. Rea: *The IESNA Lighting Handbook: Reference and application*, New York: Illuminating Engineering Society of North America, 2000.
- [12] L. Edwards a P. Torcellini: *A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants*, National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy, 2002.
- [13] C. S. Pechacek, M. Andersen a S. W. Lockley: *Preliminary Method for Prospective Analysis of the Circadian Efficacy of (Day)Light with Applications to Healthcare Architecture*, LEUKOS – The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America, sv. 5, č. 1, str. 1–26, 2008.

- [14] J. A. Veitch: *Principles of Healthy Lighting: Highlights of CIE TC 6-II's*, National Research Council Canada, 2002.
- [15] G. C. Brainard: *Photoreception for Regulation of Melatonin & Circadian System*, 5th International LRO Lighting Research Symposium, 2002.
- [16] A. Wirz-Justice a C. Fornier: *Light, Health and Wellbeing: Implications from chronobiology for architectural design*, World Health Design, sv. 3, 2010.
- [17] W. E. Hathaway, J. A. Hargreaves, G. W. Thomson a kol., *A study into the effects of light on children of elementary school age – a case of daylight robbery*, Alberta Department of Education, 1992.
- [18] A. Webb: *Considerations for lighting in the built environment: Non-visual effects of light*, Energy and Buildings, sv. 38, č. 7, str. 721–727, 2006.
- [19] C. L. Robbins: *Daylighting Design and Analysis*, New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1986.
- [20] L. Heschong, *Daylighting and Human Performance*, ASHRAE Journal, sv. 44, č. 6, str. 65–67, 2002.
- [21] J. Christoffersen, E. Petersen, K. Johnsen a kol., *SBI-Rapport: Vinduer og dagslys - en feltundersøgelse i kontorbygninger*, Danish Building Research Institute, 1999.
- [22] *Daylighting Resources – Productivity*, http://www.lrc.rpi.edu/programs/daylighting/dr_productivity.asp, poslední návštěva: 2. 6. 2010.
- [23] E. Wotton a B. Barkow: *An Investigation of the Effects of Windows and Lighting in Offices*, International Daylighting Conference: General Proceedings, str. 405–411, 1983.
- [24] L. N. Rosen, S. D. Targum, M. Terman a kol., *Prevalence of seasonal affective disorder at four latitudes*, Psychiatry Research, sv. 31, č. 2, str. 131–144, 1990.
- [25] P. D. Sloane, M. Figueiro a L. Cohen: *Light as Therapy for Sleep Disorders and Depression in Older Adults*, Clinical Geriatrics, sv. 16, č. 3, str. 25–31, 2008.
- [26] K. Johnsen, M. Dubois a K. Grau: *Assessment of daylight quality in simple rooms*, Danish Building Research Institute, 2006.

- [27] R. G. Hopkins: *Architectural Physics: Lighting*, London: Her Majesty's Stationary Office, 1963.
- [28] CIBSE, *Code for Lighting*, Oxford: Chartered Institution of Building Services Engineers, 2002.
- [29] M. Boubekri: *An Overview of The Current State of Daylight Legislation*, Journal of the Human Environmental System, sv. 7, č. 2, str. 57–63, 2004.
- [30] J. Sundell: *On the history of indoor air quality and health*, Indoor Air, sv. 14, č. 7, str. 51–58, 2004.
- [31] P. M. Bluysen: *The Indoor Environment Handbook*, RIBA Publishing, 2009.
- [32] C. Nilsson: *Air*, Swegon Air Academy, 2008.
- [33] J. Sundell: *Varför behöver vi bra ventilation?*, Nordbygg, 2004.
- [34] L. Bråbäck, A. Hjerna a F. Rasmussen: *Trends in asthma, allergic rhinitis and eczema among Swedish conscripts from farming and non-farming environments. A nationwide study over three decades*, Clinical and experimental allergy, sv. 34, č. 1, str. 38–43, 2004.
- [35] WHO, *The right to healthy indoor air*, 2000.
- [36] M. Franchi, P. Carrer, D. Kotzias a kol.: *Towards healthy air in Dwellings in Europe*, European Federation of Allergy and Airways Diseases Patients Associations, 2004.
- [37] M. Krzyanowski: *Strategic approaches to indoor air policy making*, WHO European Centre for Environment and Health, 1999.
- [38] J. Sundell: *Indoor Environment and health*, Swedish National Institute of Public Health, 1999.
- [39] P. Wargocki, J. Sundell, W. Bischof a kol.: *Dampness in Buildings and Health (NORDDAMP)*, Indoor Air, sv. 11, č. 2, str. 72–86, 2001.
- [40] Norma BS 5250: *Code of practice for control of condensation in buildings*, 2002.
- [41] J. Sundell, M. Wickman, G. Pershagen a kol.: *Ventilation in homes infested by house-dust mites*, Allergy, sv. 50, č. 2, str. 106–112, 1995.

- [42] Z. Bakó-Biró a B. W. Olesen: *Effects of Indoor Air Quality on Health, Comfort and Productivity, Overview report*, International Centre for Indoor Environment and Energy, Dánská technická univerzita, 2005.
- [43] H. M. Mathisen, M. Berner, J. Halvarsson a kol.: *Behovsstyrt ventilasjon av passivhus – Forskriftskrav og brukerbehov*, sborník z konference Passivhus Norden, 2008.
- [44] L. Öie, P. Nafstad, G. Botten a kol., *Ventilation in Homes and Bronchial Obstruction in Young Children*, *Epidemiology*, sv. 10, č. 3, str. 294–299, 1999.
- [45] O. Seppanen a W. Fisk: *Some quantitative relations between indoor environmental quality and work performance or health*, *International Journal of HVAC&R Research*, sv. 12, č. 4, str. 957 až 973, 2006.
- [46] O. Seppanen, W. Fisk a Q. H. Lei: *Ventilation and performance in office work*, *Indoor Air*, sv. 18, str. 28–36, 2006.
- [47] B. Hauge: *Antropologisk undersøgelse og analyse af betydningen af Frisk luft Udefra ind i privatboligen*, Kodaňská univerzita, 2009.
- [48] P. Wargocki, J. Sundell, W. Bischof a kol.: *Ventilation and health in non-industrial indoor environments: report from a European multidisciplinary scientific consensus meeting (EUROVEN)*, *Indoor Air*, sv. 12, č. 2, str. 113–28, 2002.
- [49] G. Bekö: *Used Filters and Indoor Air Quality*, *ASHRAE Journal*, sv. 7, vyd. březen 2009.
- [50] P. Heiselberg, *Principles of hybrid ventilation, IEA Annex 35*, Aalborg University, 2002.
- [51] P. Foldbjerg, T. F. Asmussen a K. Duer: *Hybrid ventilation as a cost-effective ventilation solution for low energy residential buildings*, sborník konference Clima 2010, 2010.
- [52] Danish Enterprise and Construction Authority – The Danish Ministry of Economic and Business Affairs: *Stavební předpisy*, 2008.
- [53] CEN, EN 15251: *Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings*, 2007.
- [54] G. Richardson, S. Eick a R. Jones: *How is the indoor environment related to asthma: literature review*, *Journal of Advanced Nursing*, sv. 52, č. 3, str. 328–339, 2005.

- [55] *Europe's Energy Portal*, www.energy.eu, poslední návštěva: 8. 6. 2010. *pro německý výzkumný projekt*, Centre Scientifique et Technique du Batiment, 2010.
- [56] P. Heiselberg a M. Perino: *Short-term airing by natural ventilation – implication on IAQ and thermal comfort*, *Indoor Air*, str. 126–140, 2010. [63] N. Couillard: *Impact of VELUX Active Sun screening on Indoor Thermal Climate & Energy Consumption for heating, cooling and lighting. Případová studie pro francouzský výzkumný projekt*, Centre Scientifique et Technique du Batiment, 2010.
- [57] M. Perino a P. Heiselberg: *Short-term airing by natural ventilation – modeling and control strategies*, *Indoor Air*, č. 19, str. 357–380, 2009. [64] T. F. Asmussen a P. Foldbjerg: *Efficient passive cooling of residential buildings in warm climates*, submitted for PALENC 2010.
- [58] CEN, EN ISO 7730: *Ergonomics of the thermal environment*, 2005. [65] *Miljøstyrelsen: Tips om støj*, <http://www.mst.dk/Borger/Temaer/Fritiden/Stoej/>, poslední návštěva: 31. 5. 2010.
- [59] P. O. Fanger: *Thermal comfort*, Danish Technical Press, 1970. [66] *American Speech-Language-Hearing Association: Noise and Hearing Loss*, <http://www.asha.org/public/hearing/disorders/noise.htm>, poslední návštěva: 31. 5. 2010.
- [60] R. de Dear, G. S. Brager a D. Cooper: *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference – RP 884*, ASHRAE, 1997. [67] *National Research Council Canada: Acoustics Principles*, <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/projects/irc/cope/principles-acoustics.html>, poslední návštěva: 31. 5. 2010.
- [61] R. de Dear a G. S. Brager: *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference*, ASHRAE Transactions, sv. 104, č. 1, 1998.
- [62] N. Couillard: *Impact of VELUX Active Sun screening on Indoor Thermal Climate & Energy Consumption for heating, cooling and lighting. Případová studie*

- [68] ÖNORM, B 8115-2: *Schallschutz und Raumakustik im Hochbau – Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz*, 2006.
- [69] CEN, EN ISO 140-3: *Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements*, CEN, 1995.
- [70] CEN, EN ISO 717-1: *Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation*, 1997.
- [71] Ministère de la Santé, *Etudes scientifiques sur la perturbation du sommeil. Bruit et santé*, 2005.
- [72] International Energy Agency, *Key World Energy Statistics*, IEA, 2009.
- [73] IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report*, Change, Mezivládní panel o klimatických změnách, OSN, 2007.
- [74] Evropská komise, *Směrnice 2002/91/ES Evropského parlamentu a Rady ze 16. prosince 2002, o energetické náročnosti budov*, Evropská unie, 2002.
- [75] W. Eichhammer: *Study on the Energy Savings Potentials in EU Member States, Candidate Countries and EEA Countries*, Fraunhofer-Institute for System and Innovation Research, 2009.
- [76] VELUX Group: *VELUX Energy Terminology Guide*, 2009.
- [77] R. Marsh, V. G. Larsen, M. Lauring a kol.: *Arkitektur og energi*, Danish Building Research Institute, 2006.
- [78] J. Smeds a M. Wall: *Enhanced energy conservation in houses through high performance design*, Energy and Buildings, sv. 39, č. 3, str. 273–278, 2007.
- [79] C. Reiser, R. David, M. Faigl a kol.: *DIN 18599 – Accounting for primary energy - new code requires dynamic simulation*, Third National Conference of IBPSA USA, 2008.
- [80] British Research Establishment: *The Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of Dwellings*, Department of Energy and Climate Change, United Kingdom, 2009.
- [81] Danish Enterprise and Construction Authority – The Danish Ministry of Economic and Business Affairs: *Návrh dánských stavebních předpisů*, 2010.

- [82] J. Kragh, J. B. Lautsen a S. Svendsen: *Proposal for Energy Rating System of windows in EU*, Katedra stavebnictví, Dánská technická univerzita, 2008.
- [83] ISO/DIS 18292: *Energy performance of fenestration systems – Calculation procedure*, 2009.
- [84] Architectural Energy Corporation: *Daylighting Metric Development Using Daylight Autonomy Calculations In the Sensor Placement Optimization Tool – Development Report and Case Studies*, CHPS Daylighting Committee, 2006.
- [85] P. Walitsky: *Sustainable lighting products*, Philips, 2002.
- [86] Moeck, Yoon, Bahnfleth a kol.: *How Much Energy Do Different Toplighting Strategies Save?*, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, 2006.
- [87] P. Foldbjerg, N. Roy, K. Duer a kol.: *Windows as a low energy light source in residential buildings: Analysis of impact on electricity, cooling and heating demand*, Proceedings of Clima 2010, 2010.
- [88] B. H. Philipson a P. Foldbjerg: *Energy Savings by Intelligent Solar Shading*, zasláno pro PALENC 2010, 2010.
- [89] K. Pommer a P. Bech: *Handbook on Environtal Assessment of Products*, Danish Technological Institute, 2003.
- [90] *Carbon Footprint*, <http://www.carbonfootprint.com/>, poslední návštěva: 9. 6. 2010.
- [91] *Environmental Protection and Encouragement Agency (EPEA), Internationale Umweltforschung GmbH*, <http://epea-hamburg.org/en/home.html>, poslední návštěva: 9. 6. 2010.
- [92] *U.S. Green Building Council*, <http://www.usgbc.org/>, poslední návštěva: 4. 6. 2010.
- [93] *BREEAM: the Environmental Assessment Method for Buildings Around the World*, <http://www.breeam.org/>, poslední návštěva: 4. 6. 2010.
- [94] *German Sustainable Building Council*, <http://www.dgnb.de/>, poslední návštěva: 4. 6. 2010.
- [95] *Passivhaus Institut*, <http://www.passiv.de/>, poslední návštěva: 4. 6. 2010.

- [96] *activehouse.info - network and-knowledge sharing*, <http://www.activehouse.info/>, poslední návštěva: 4. 6. 2010.
- [97] *Forest Stewardship Council*, <http://www.fsc.org/>, poslední návštěva: 4. 6. 2010.
- [98] *Caring for our forests globally*, <http://www.pefc.org/>, poslední návštěva: 4. 6. 2010.
- [99] R. Labayrade a M. Fontoynt: *Assessment of VELUX Daylight Visualizer 2 Against CIE 171:2006, Test Cases*, ENTPE, Université de Lyon, 2009.
- [100] *CIE, CIE 171:2006: Test Cases to Assess the Accuracy of Computer Lighting Programs*, CIE, 2006.
- [101] P. Foldbjerg, T. F. Asmussen, P. Sahlin a kol.: *EIC Visualizer, an intuitive tool for coupled thermal, airflow and daylight simulations of residential buildings including energy balance of windows*, sborník konference Clima 2010, 2010.
- [102] S. Kropf a G. Zweifel: *Validation of the Building Simulation Program IDA-ICE According to CEN 13791*, Hochschule für Technik + Architektur Luzern, 2002.
- [103] P. Loutzenhiser, H. Manz a G. Maxwell: *Empirical Validations of Shading/Daylighting/Load Interactions in Building Energy Simulation Tools*, International Energy Agency, 2007.
- [104] A. Matthias: *Validation of IDA ICE with IEA task 12 – Envelope BESTEST*, Hochschule Technik + Architektur Luzern, 2000.
- [105] S. Moosberger: *IDA ICE CIBSE-Validation*, Hochschule Technik + Architektur Luzern, 2007.

Rejstřík pojmů

Rejstřík pojmů

Autonomie denního osvětlení (Daylight autonomy – DA)	40
Parametr DA je definován jako procentuální podíl času (v rámci roku), po který je v interiéru zajištěn určitý minimální přísun denního světla (např. 500 lux).	
C2C (Cradle to cradle)	122
Model hodnocení produktů, který vychází z jiné základní myšlenky než proces LCA a staví na třech hlavních principech; jeden z nich říká, že nemůžeme dále žít na planetě Zemi, pokud nesnížíme objem odpadů.	
Cirkadiánní rytmy	15
Biologický cyklus s periodou přibližně 24 hodin (z latinských slov circa = přibližně, dies = den). Cirkadiánní rytmy nacházíme také u všech živých forem, zvířat i rostlin. Svůj vlastní geneticky definovaný cirkadiánní rytmus mají nejen základní funkce celého organismu, ale téměř každý jednotlivý orgán a dokonce každá jednotlivá buňka.	
CLO	74
Kvalita oděvu (clothing level). Izolační schopnost oděvu. [1 CLO = 0,155 m ² K/W].	
D	103
Počet hodin v roce, během nichž je nutno topit. Součet teplotních rozdílů mezi vzduchem uvnitř a vně budovy za celý rok.	
dB(A)	88
Někdy se můžeme místo jednotky dB setkat s jednotkou dB(A). Výraz (A) znamená, že údaj vyjadřuje celkovou hladinu akustického tlaku (která se skládá z tlaku na mnoha jednotlivých frekvencích), která je „A-weighted“ (vážená podle vnímání hlasitosti na různých frekvencích) a odpovídá tedy lidskému vnímání zvuku.	
Decibel (dB)	88
Decibel je jednotka, která slouží k měření hladiny hlasitosti zvuku; jde o logaritmickou jednotku, která vyjadřuje poměr.	
Dynamická simulace	82
Počítačová simulace, ve které se provádí výpočty pro určitý časový interval v časových krocích, obvykle po 1 hodině. Příkladem je aplikace VELUX Energy and Indoor Climate Visualizer.	
Elektromagnetické spektrum	9
Kontinuum elektrického a magnetického záření, které zahrnuje všechny vlnové délky.	
Energetická bilance	102
Poměr mezi tepelnými ztrátami a teplem získaným ze slunce pro dané okno.	

Energetická náročnost	106
Celkové energetické nároky budovy, které zahrnují vytápění, chlazení, ohřev teplé vody, elektrické osvětlení a ostatní elektrická zařízení.	
Energetické nároky	95
Potřebná energie.	
Energie z obnovitelných zdrojů	98
Energie vyrobená z obnovitelných zdrojů, jako je slunce, vítr nebo biomasa.	
Hladina akustického tlaku (Sound Pressure Level – SPL)	93
Hladina akustického tlaku je logaritmická veličina, která vyjadřuje skutečný akustický tlak. Hladina akustického tlaku se udává v dB.	
Chronobiologie	16
Chronobiologie je nauka o biologických rytmech, přesněji řečeno o vlivu 24hodinového cyklu světla a tmy a sezónních změn délky dne na biochemické a fyziologické procesy a chování živých organismů.	
I	103
Využitelné teplo ze slunce dopadající na okno; udává se v kWh/m ² .	
Infiltrace	67
Nekontrolovaná ventilace vlivem netěsností pláště budovy.	
Infračervené záření (IR)	9
Elektromagnetické záření o vlnové délce větší než vlnová délka viditelného světla.	
Intenzita osvětlení	34
Intenzita osvětlení vyjadřuje množství světla dopadajícího na určitou plochu. Zpravidla se udává v luxech.	
Kandela (cd)	36
Jednotka svítivosti; 1 cd = 1 lumen na steradián (lm/sr).	
Koeficient denního osvětlení (Daylight Factor – DF)	38
Koeficient DF vyjadřuje (v podobě procentuálního podílu) množství denního světla, které je k dispozici v interiéru, ve srovnání s množstvím denního světla nezastíněného překážkami v exteriéru za standardních podmínek oblačnosti podle CIE.	
Komfortní rozsah	74
Minimální a maximální hodnota, mezi kterými se předpokládá stav tepelné pohody.	
Komínový efekt	60
Princip ventilace, který využívá stoupání teplého vzduchu.	

Kvalita vnitřního ovzduší (Indoor Air Quality – IAQ)	45
Charakteristika klimatických podmínek uvnitř budovy, která zahrnuje obsah plyných složek, teplotu, relativní vlhkost a koncentraci znečišťujících látek.	
kWh	95
Jednotka energie. Běžně se používá pro kvantifikaci spotřebované energie, např. pro účely vyúčtování energie.	
kWh/m² plochy oken	96
Jednotka energetické bilance okna.	
kWh/m² podlahové plochy	95
Celkové energetické nároky budovy na jeden m ² vytápěné podlahové plochy.	
Lux (lx)	34
Jednotka intenzity osvětlení. Jeden lux je roven jednomu lumeny na čtvereční metr (lm/m ²).	
Melatonin	15
Melatonin je nejdůležitější hormon vylučovaný šišinkou; lze jej popsat jako signál vyslaný tělu, že nastává temná část dne (noc). U lidí podporuje spánek, u nočních zvířat naopak aktivitu.	
MET	74
Úroveň aktivity obyvatel budovy. Udává se v MET (zkratka pro metabolismus). [1 MET = 58,2 W/m ²]	
Odrazivost povrchu	28
Hodnota vyjadřující množství světla odráženého od daného povrchu.	
Okenní systém	101
Mluvíme-li o okenním systému, pohlédneme na okno a jeho příslušenství jako na kombinovanou jednotku. Může jít o stínící nebo jiné zařízení, které mění parametry daného okna jako celku.	
Operativní teplota	80
Teplota, která charakterizuje tepelné prostředí jako celek a lze ji porovnávat u různých případech.	
Oslnění	13
Oslnění je vjem způsobený příliš jasným světelným zdrojem nebo odrazem v zorném poli, který může působit nepříjemně a narušovat komfort nebo způsobovat zhoršení funkce zraku a viditelnosti.	

Pevné částice (Particulate Matter – PM)	45
Malé částice poletující ve vzduchu (x = aerodynamický průměr).	
Počet částic/dílů na jeden milion (ppm)	59
Výraz používaný např. k vyjádření koncentrace určitého plynu (např. CO_2) v ovzduší. 1 ppm = 1 ml v 1 m ³ (1 000 l)	
Posuzování životního cyklu (Life Cycle Assessment – LCA)	121
Model pro posuzování dopadů určitého procesu nebo produktu na životní prostředí.	
Propustnost viditelného světla (τ_v)	29
Množství denního světla propouštěného oknem se nazývá propustnost viditelného světla (τ_v) a závisí na konstrukci okenní výplně.	
Průběžný průměr	75
Vážený průměr za určité časové období. Nejnovější období má největší váhu.	
Průvan	72
Nežádoucí místní chlazení způsobené pohybem vzduchu. Obvykle k němu dochází při rychlosti proudění vzduchu vyšší než 0,15–0,30 m/s.	
Předpokládaná průměrná volba (Predicted Mean Vote – PMV)	80
Index, který předpovídá průměrnou volbu velké skupiny, pokud jde o tepelnou pohodu. 0 je neutrální teplota, +3 znamená příliš vysokou teplotu a –3 znamená příliš chladno.	
Předpokládané procento nespokojených (Predicted Percentage Dissatisfied – PPD)	80
Kvantitativní předpověď procentuálního podílu lidí nespokojených s tepelným prostředím.	
R_w	92
Veličina charakterizující kvalitu zvukové izolace, která vyjadřuje schopnost snižovat úroveň hluku pronikajícího z venku do interiéru budovy. Zvukově izolační schopnost se udává v dB.	
Rychlost výměny vzduchu	58
Vyjadřuje, kolikrát za hodinu se v daném prostoru vymění vzduch. Neříká nic o účinnosti ventilace.	
Sezónní afektivní porucha (Seasonal Affective Disorder – SAD)	18
Nazývá se též zimní deprese. Porucha nálady způsobená nedostatkem denního světla v zimním období.	

Spotřeba energie	95
Energie spotřebovaná na pokrytí energetických nároků.	
Střední radiální teplota	74
Vážený průměr teploty všech okolních povrchů; váhami jsou plochy těchto povrchů.	
Svitivost	36
Svitivost je veličina vyjadřující množství světla odráženého nebo vyzařovaného z určité plochy. Zpravidla se udává cd/m^2 .	
Syndrom nezdravých budov (Sick Building Syndrome – SBD)	47
Pojem, který se někdy používá pro označení situací, kdy obyvatelé budovy trpí akutními zdravotními problémy a/nebo nízkým komfortem, který zřejmě souvisí s dobou strávenou v určité budově, přičemž nelze identifikovat žádnou konkrétní chorobu nebo příčinu.	
Systémy hodnocení budov	123
Systémy hodnocení, v rámci kterých jsou posuzovány různé parametry z hlediska dopadů na životní prostředí. Různé systémy hodnocení budov berou v úvahu různé parametry.	
Systémy hodnocení ochrany lesů	126
Systémy certifikace, které podporují udržitelné lesní hospodářství. Nejvýznamnějšími systémy jsou FSC a PEFC; certifikáty uděluje nezávislý certifikační orgán.	
Těkavé organické látky (VOC)	45
Látky, které se odpařují z mnoha produktů používaných pro domácí práce, údržbu a výstavbu, které obsahují organické látky.	
Uhlíková stopa	122
Emise ekvivalentního množství CO_2 v tunách nebo kilogramech pro určitý proces nebo produkt.	
Ultrafialové záření (UV)	9
Elektromagnetické záření o vlnové délce kratší než vlnová délka viditelného světla.	
VELUX ACTIVE Climate Control	102
Řídicí systém na principu senzorů, který slouží k řízení vnitřního a/nebo vnějšího stínícího zařízení. Součást dynamického okenního systému.	
VELUX Energy Balance control	102
Časový plán řízení vnitřních a/nebo vnějších stínících zařízení. Součást dynamického okenního systému.	

Větrání	62
Krátký časový úsek s vysokou rychlostí výměny vzduchu způsobenou otevřením oken.	
Vnímaná teplota	80
Teplota vypočtená z hodnoty PMV, která udává, jaké teplotě tato hodnota odpovídá.	
Watt (W)	
Jednotka energie. Často se používá k vyjádření množství energie spotřebované určitým zařízením. Příkladem je 60W žárovka nebo 200W tepelné čerpadlo.	