

Energie



Energie

V posledních desetiletích stále roste důraz kladený na spotřebu energie a v neposlední řadě na spotřebu v budovách, kde je efektivní využití energie významnou částí řešení. Dalším důležitým aspektem je menší závislost na fosilních palivech a větší podíl energie z obnovitelných zdrojů.

Celosvětová spotřeba energie se za posledních 40 let zdvojnásobila [72] a rostoucí množství fosilních paliv používaných k pokrytí této poptávky v té době mělo – a stále má – vážné dopady na klima [73]. Kromě toho odhady naznačují, že při naší současné závislosti na fosilních palivech máme zásoby pouze na příštích 200 let [55]. Po celém světě přibývá zájmu o tyto problémy a většina zemí přijímá opatření týkající se množství spotřebované energie a závislosti na fosilních palivech.

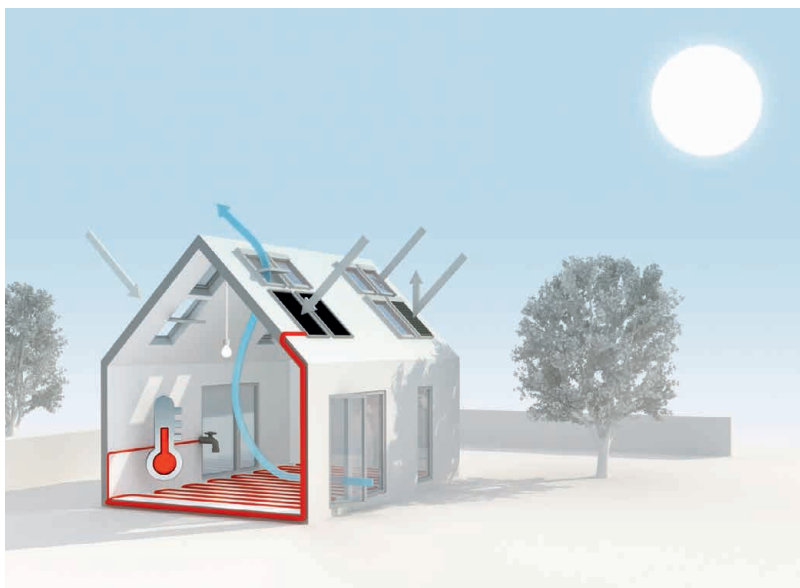
V Evropě se v budovách spotřebuje 40 % veškeré spotřebované energie [74]. V Evropské unii existuje potenciál pro úsporu 20–50 % energie prostřednictvím modernizace stávajících budov a přísnějších předpisů pro novostavby [75]. Produkty jako solární termální systémy nebo nákladnější varianty jako malé větrné elektrárny či fotovoltaické panely dále umožňují majitelům nemovitostí vyrábět si vlastní energii z obnovitelných zdrojů a změnit tak svůj zdroj energie.

5.1 Energetická terminologie

V současné terminologii společnosti VELUX Group v oblasti využití energie a oken najdeme dva základní pojmy: „energetická náročnost“ a „energetická bilance“ [76].

Pod pojmem energetické náročnosti rozumíme roční spotřebu energie v dané budově, kam patří vytápění, chlazení, ohřev vody a elektrické osvětlení (domácí spotřebiče a ostatní elektrická zařízení zde zahrnuta nejsou). Energetická náročnost se často udává v kWh za rok na 1 m² vytápěné podlahové plochy (kWh/m²). Čím nižší je tato hodnota, tím lépe. Energetickou náročnost lze použít k určení rozdílu mezi dvěma scénáři, např. vliv většího nebo menšího počtu střešních oken VELUX na energetickou náročnost budovy. Lze ji vypočítat pomocí dynamických simulačních nástrojů jako např. VELUX Energy and Indoor Climate Visualizer. Více informací najdete v kapitole 7.2.

Pojem energetická bilance se vztahuje k jednomu oknu a udává se v kWh/m² za rok pro dané okno. Hodnota vyjadřuje energetickou efektivitu samotného okna a lze ji použít pro porovnání různých oken, pokud jde o jejich typ, velikost, typ výplně a další parametry. Více informací k tomuto tématu najdete v kapitole 5.3.2.



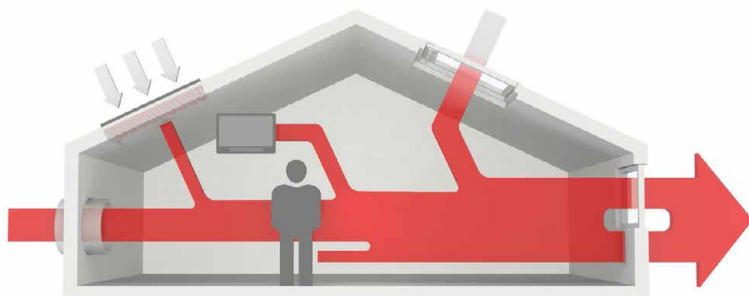
! Pamatujte si

Spotřeba energie v budovách představuje 40% celkové spotřeby energie v EU. Okna mají významný vliv na spotřebu energie v budovách a na vnitřní prostředí. Tento vliv ovšem může být jak pozitivní, tak negativní; je třeba věnovat pozornost tomu, abychom využili předností oken a vyhnuli se jejich nevýhodám.

5.2 Využití energie v budovách

Většina energie spotřebovávané v budovách je použita na udržování komfortního vnitřního prostředí z hlediska

tepelné pohody (vytápění nebo chlazení) a kvality ovzduší (ventilace). Dále se energie využívá na elektrické osvětlení, ohřev domácí teplé vody a napájení domácích spotřebičů a dalších elektrických zařízení (ledničky, počítače, televize apod.).



Obrázek 5.1: Ilustrace ročního průchodu energie skrze budovu. Množství energie dodané z externího zdroje je menší než celkové tepelné ztráty budovy, protože obyvatelé, elektrická zařízení a zejména okna přidávají „bezplatnou energii“.

Zatímco spotřeba energie na vytápění v Dánsku se díky legislativním úpravám za posledních čtyřicet let snížila, spotřeba elektriny vzrostla [77]. Podobný trend ve spotřebě elektriny se očekává i v ostatních zemích západního světa. Důvodem je větší množství spotřební elektroniky, jako jsou televizory, počítače, stereo systémy, přenosné hudební přehrávače apod., které nejsou zahrnuty do legislativních požadavků na energetickou úspornost.

Při navrhování budovy či plánování rekonstrukce je důležité použít energeticky úsporná řešení, a ještě důležitější je použít tato řešení tak, aby nijak neutržela kvalita prostředí uvnitř domu. Budovy přece stavíme proto, aby nás chránily před venkovním povětrím a zajistily nám komfort. Rozumný návrh nicméně může spotřebu energie podstatně snížit.

„Slunce dodává tisícinásobek množství energie, které se ročně spotřebuje na celé planetě Zemi“

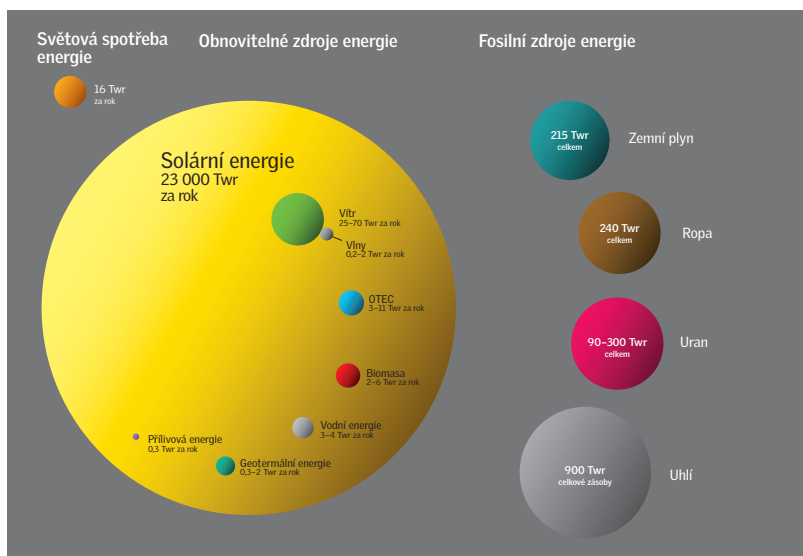
5.2.1 Zdroje energie

Energii pro využití v budovách lze vyrábět lokálně přímo v budově nebo na vzdáleném místě. Lokální výroba zpravidla spočívá v kotli na topný olej, zemní plyn, dřevo apod., nebo může jít o geotermální zdroj, jako např. u tepelného čerpadla. Kotle zpravidla slouží k vytápění a ohřevu teplé vody. Mezi další lokální zdroje patří obnovitelné zdroje jako solární kolektory nebo fotovoltaické moduly (PV).

Vzdálená výroba elektřiny je založena převážně na spalování fosilních paliv, biomasy nebo odpadů nebo na jaderné energii. I teplo lze vyrábět na vzdáleném místě ve formě veřejného topného systému.

Teplo pro veřejný systém lze vyrábět v kombinaci s elektrárnou (CHP – Combined Heat and Power), což je energeticky velmi úsporný způsob. V posledních letech byly budovány centrální sluneční teplárny v kombinaci s topnými systémy. Obecně řečeno existuje velký zájem o obnovitelné zdroje energie, nicméně většina světové spotřeby energie je stále pokryta fosilními palivy.

Při přeměně fosilních paliv na teplo nebo elektřinu vzniká CO_2 . CO_2 způsobuje klimatické změny [73] a zásoby paliv se postupně ztenčují. Obnovitelné zdroje (větrná energie, vodní elektrárny, solární energie apod.) jsou všechny napájeny ze slunce, tj. z prakticky nevyčerpatelného zdroje energie.

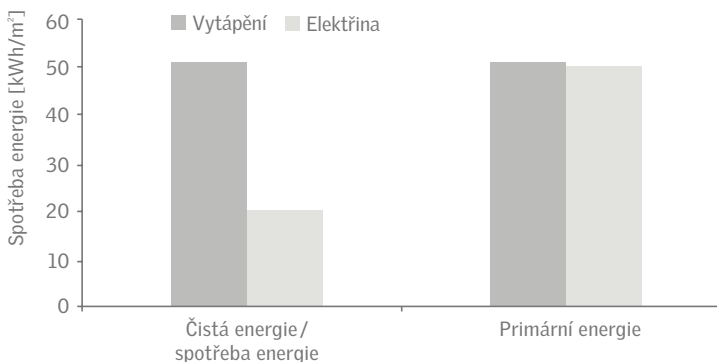


Obrázek 5.2: Dostupné zdroje energie v porovnání s celkovou světovou spotřebou energie [5].

Obrázek 5.2 ukazuje porovnání celkových zásob energie s celkovou spotřebou energie. Odhady naznačují, že během 21. století dojde ropa a plyn a v 22. století potom i uran [55], zatímco slunce bude svítit ještě miliardy let.

5.2.2 Primární vs. čistá energie

Čistá energie (nebo také výsledná energie) je zpravidla výsledkem výpočtu energetické náročnosti. Různé zdroje energie mají různý koeficient využitelnosti a různý dopad na životní prostředí a je tedy nutno je posuzovat různě. Myšlenka „primární energie“ spočívá v tom, že je pro každý zdroj energie použit koeficient, který určí váhu tohoto zdroje z hlediska jeho dopadů na životní prostředí. Tento koeficient je poté vynásoben spotřebou energie; pro různé typy energie se může lišit.



Obrázek 5.3: Spotřeba energie ve stávajícím domě v Dánsku na vytápění a elektrické systémy (chlazení, ventilátory a osvětlení) v porovnání s primární energií (koeficient = 2,5).

V Norsku a Švédsku je většina výroby elektřiny poháněna vodou a nemá tedy příliš velké dopady na životní prostředí; koeficient primární energie pro elektřinu je ve Švédsku roven 2,35 [78]. V Německu je hlavním zdrojem energie pro výrobu elektřiny stále uhlí, které má mnohem větší ekologické dopady; koeficient primární energie pro elektřinu je v Německu roven 2,7 [79].

Ve Velké Británii je koeficient primární energie pro zemní plyn roven 1,02 a pro elektřinu 2,92 [80]. Obrázek 5.3 ukazuje rozdíl mezi čistou a primární energií; spotřeba čisté energie na vytápění je podstatně vyšší než spotřeba čisté elektřiny, zatímco spotřeba primární energie na vytápění a pohon elektrických systémů je zhruba stejná.

📌 Pamatujte si

Primární energie se liší od čisté energie. Do primární energie je započítán vliv „přeměny“ např. uhlí na elektřinu. Výroba elektřiny vyžaduje více paliva (např. uhlí nebo plynu) než výroba tepla; z této skutečnosti je odvozen koeficient přeměny primární energie, který se ve většině evropských zemí pohybuje mezi 2,5 a 3,0.

5.3 Okenní systémy

5.3.1 Výplň

Hodnota U

Hodnota U u stavebního prvku vyjadřuje množství energie, která je přenášena z teplé strany na studenou stranu. Čím nižší je hodnota U, tím méně energie se přenáší. Obvykle je cílem snížit hodnotu U stavebního prvku, aby docházelo k nižším tepelným ztrátám a tím i nižší spotřebě energie v dané budově.

Hodnota U se udává ve W/m^2K . U okenních výplňí je teplo přenášeno z vnitřní strany přes izolační sklo ven z budovy prostřednictvím vyzařování, konvekce (teplý vzduch stoupá, studený klesá) a vedení tepla. Hodnota U u oken se označuje U_w a jde o kombinaci vlivu rámu (U_r) a výplně (U_g).

Aby se snížila tepelná ztráta vlivem konvekce uvnitř dutiny okenní výplně, může být tato dutina vyplněna plynem, např. argonem nebo kryptonem. Tepelnou ztrátu způsobenou vyzařováním lze snížit použitím povrchových úprav s nízkou emisivitou na vnitřní straně jednoho ze skel. Doplňme-li okno vnitřním nebo venkovním stíněním, lze hodnotu U dále snížit díky menšímu vyzařování do oblohy a zvýšení tepelného odporu. Viz též kapitola 5.4.3.

Optimální šířka dutiny je 15 mm v případě argonu a asi 10 mm v případě kryptonu. Střešní okna VELUX jsou zpravidla plněna argonem.

Běžnou praxí je uvádět hodnotu U_w u šikmo instalovaných oken pro úhel 90° , tj. jako u fasádních oken.

Hodnota U u šikmo instalovaných oken (střešních oken)

Střešní okna jsou instalována do šikmých ploch střechy a jejich hodnota U_w je tedy vyšší než u oken instalovaných ve svislé poloze.

To má vliv na energetickou náročnost budovy, protože tepelné ztráty jsou u střešních oken díky vyšší hodnotě U_w také vyšší. Na druhou stranu je ale vyšší i přísun energie ze slunce a denního světla. Důvodem vyšší hodnoty U_w u střešních oken je fakt, že jsou zde vyšší tepelné ztráty vlivem konvekce v dutině výplně.

Střešní okna jsou také více orientována směrem k obloze než fasádní okna a obvykle nejsou stíněna jinými částmi budovy; tím zvyšují přísun denního světla a tepla ze slunce, jak bylo uvedeno v kapitole 1.4.2.

Hodnota g

Hodnota g (celková prostupnost dopadajícího tepla) je dána množstvím tepla ze slunce, které proniká skrze okno do budovy. Hodnota g výplně vyjadřuje množství tepla ze slunce pronikajícího skrze výplň. Hodnota g je definována jako poměr mezi teplem ze slunce přenášeným skrze výplň okna a teplem ze slunce dopadajícím na výplň. Hodnota g se pohybuje v rozmezí 0–1 (nebo 0–100 %).

„Dynamické okenní systémy s ovládáním klimatických podmínek VELUX ACTIVE Climate Control zlepšují zimní i letní energetickou bilanci okenních systémů“

Dynamické okenní systémy

Hodnota g pro kombinaci okna a jeho příslušenství, např. sluneční stínění, je dynamická veličina, která se může měnit podle vnitřních a venkovních podmínek. Stínění může ovládat uživatel nebo může být regulováno automaticky např. pomocí systému VELUX ACTIVE Climate Control.

Povrchové úpravy

Použitím skla s povrchovou úpravou lze snížit hodnotu g a odblokovat tak část dopadajícího tepla ze slunce. V závislosti na typu povrchové úpravy lze blokovat různé oblasti spektra. U povrchových úprav chránících před slunečním zářením je obvykle cílem co nejvíce blokovat záření blízké infračerveným vlnovým délkám a propouštět co nejvíce viditelného světla. U čirých povrchových úprav je obvykle cílem propouštět co nejvíce celkového slunečního záření. I čiré sklo bez povrchové úpravy bude ale tlumit určité vlnové délky oproti jiným. Sklo s povrchovou úpravou vždy ovlivňuje vnímání barev v interiéru.

5.3.2 Energetická bilance

Pojmem energetická bilance se rozumí energetická charakteristika okna. Cílem je vyjádřit poměr mezi teplem ze slunce a tepelnými ztrátami. Energetická bilance se počítá jako množství využitelného tepla ze slunce pronikajícího skrze okno v topné sezóně mínus veškeré tepelné ztráty. Energetická bilance je přesnější způsob, jak popsat energetickou charakteristiku okna, než prostá hodnota $U_{w'}$, protože energetická bilance zahrnuje jak hodnotu $U_{w'}$, tak hodnotu g , díky čemuž poskytuje úplnější představu.

Metody

Obecně řečeno se energetická bilance okna určuje tak, že zjistíme množství využitelného tepla ze slunce v rámci roku a od této hodnoty odečteme celkové tepelné ztráty přes dané okno. Protože ale teplo ze slunce přispívá v topné sezóně pozitivně k vytápění, může mít během případné sezóny chlazení negativní efekt.

Čím vyšší je energetická bilance, tím lépe. Energetická bilance se udává v kWh na m² plochy okna.

Množství tepla ze slunce je třeba určit pro topnou sezónu a sezónu chlazení zvlášť. V topné sezóně je užitečné teplo ze slunce dáno koeficientem využitelnosti vynásobeným množstvím slunečního záření dopadajícího na dané okno. Velmi tedy závisí na typu a lokalitě budovy. Jestliže je budova dobře zatep-



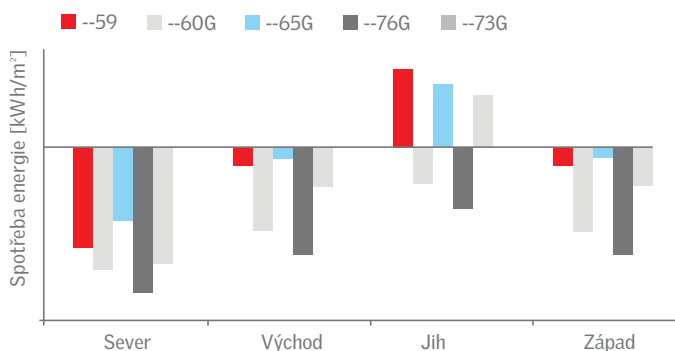
lená, je koeficient využitelnosti nízký (např. okolo 70 %), zatímco u špatně izolovaných budov je vysoký (např. okolo 90%).

Množství tepla ze slunce dopadajícího na okno závisí na sklonu a orientaci okna. Celkové tepelné ztráty přes dané okno závisí na jeho hodnotě U_w a průvzdušnost.

Tepelné ztráty přes okno se zjišťují pro topnou sezónu i pro sezónu chlazení a určují se na základě počtu hodin v rámci roku, kdy je nutno topit a během kterých dochází k tepelným ztrátám, a to v topné sezóně i v sezóně chlazení. Ztráty závisí na typu budovy (úrovni zateplení) a klimatických podmínkách.

Energetickou bilanci okna v topné sezóně lze vyjádřit následovně:

$$\text{Energetická bilance} = I_{\text{slunce}} \times g_w - D \times (U_{w,\text{sklon}} + \text{průvzdušnost}) \quad [\text{kWh/m}^2]$$

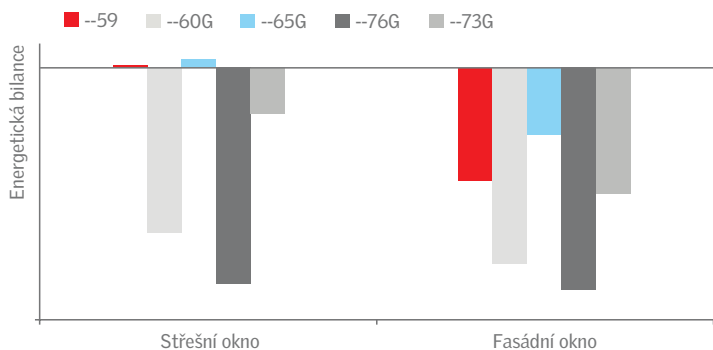


Obrazek 5.4: Energetická bilance střešních oken ve všech orientacích během topné sezóny vypočtená metodou navrhovanou pro dánské stavební předpisy v roce 2010 [81].

„Střešní okna mají v topné sezóně všeobecně lepší energetickou bilanci než fasádní okna“

V některých evropských zemích (Dánsko, Velká Británie) existovala po určitou dobu zjednodušená definice energetické bilance fasádních oken. Je třeba mít na paměti, že energetická bilance střešních oken během topné sezóny je obecně lepší než energetická bilance fasádních oken, a proto je důležité je rozlišovat.

Zjednodušená metoda výpočtu energetické bilance se týká pouze stávajících budov s určitým rozmístěním oken podle orientace. Tato metoda je uvedena v [82]. V dánských stavebních předpisech z roku 2010 [81] bude energetická bilance oken uplatněna jako legislativní požadavek na výměnu oken.



Obrázek 5.5: Energetická bilance střešních a fasádních oken s výplněmi různých typů v topné sezóně na základě aktuální pracovní verze dánských stavebních předpisů pro rok 2010 [81].

⚠ Pamatujte si

Energetická bilance se udává v kWh/m² na jedno okno. Kladná hodnota znamená, že okno dodává do budovy energii.

⚠ Pamatujte si

Energetická bilance oken orientovaných na jih je lepší než u ostatních orientací.

„Použití energetické bilance zajišťuje možnost výběru nejlepšího okna dostupného na trhu. Čímž vyšší je energetická bilance, tím úspornější okno je.“

Společnost VELUX Group je přesvědčena, že energetická bilance je správnější a komplexnější metrikou funkce okna než hodnota U_w a usiluje o standardizovanou metodu určování energetické bilance [83].

„U stávajících budov začíná převládat názor, že hodnota g je pro energetickou bilanci přinejmenším stejně důležitá jako hodnota U“

! Pamatujte si

Energetická bilance okna závisí na typu budovy, ve které je okno instalováno, dále na jeho orientaci a sklonu a na geografické lokalitě.

5.4 Energetická náročnost

5.4.1 Denní světlo z energetického hlediska

Využijeme-li plně možnosti denního světla, lze tím podstatně snížit nebo dokonce eliminovat potřebu elektrického osvětlení během dne.

Instituce Architectural Energy Corporation uvedla [84], že „denní světlo může dramaticky zlepšit energetickou úspornost prostoru, použijeme-li vhodné řízení elektrického osvětlení a přísunu tepla ze slunce.

V kancelářích platí, že spotřeba energie na osvětlení může představovat až 40–50% celkové spotřeby energie [85], což může vést k podstatným úsporám, nahradíme-li elektrické osvětlení denním světlem. Chceme-li vyčíslit úsporu energie na elektrické osvětlení, musíme znát počet hodin, během kterých je denní světlo jediným zdrojem světla v interiéru. Příslušné úrovně osvětlení v obytných budovách byly uvedeny v kapitole 1.6.1.

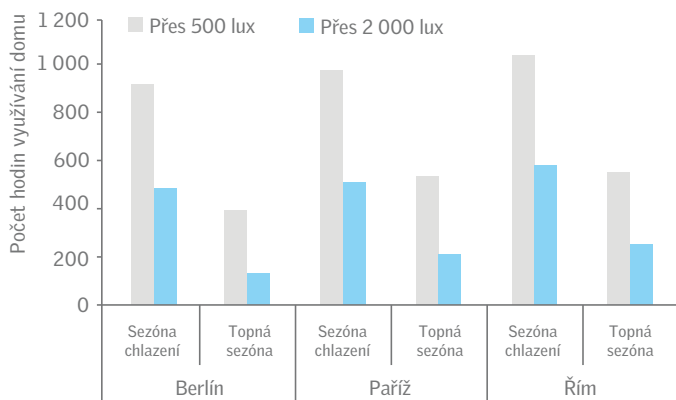
Abychom mohli optimálně využít oken k zajištění dobrého přísunu denního světla s dobrou energetickou účinností, musíme pečlivě volit charakteristiky oken τ_v , g (a U_w). Podle fyzikálních zákonů bude hodnota g vždy rovna nejméně 50 % τ_v .

Nejlepším řešením je často kombinace okna a slunečního stínění. Okno s vysokou hodnotou g a τ_v obvykle zajistí dobrý výsledek. Vysoké hodnoty g a τ_v budou přinášet dobré výsledky v období roku s nejmenším množstvím světla; v obdobích s nadměrným množstvím světla lze využít slunečního stínění. Důležité je, aby konstrukce budovy a umístění oken bylo plánováno jako součást celkového procesu, ve kterém jsou průběžně vyhodnocovány požadavky na denní osvětlení a energetickou náročnost, jež jsou použity jako parametry návrhu [86].

Následující příklad ukazuje, že využitím denního osvětlení lze dosáhnout velkého přísunu světla a že okna jsou z energetického hlediska velmi úsporným zdrojem světla.

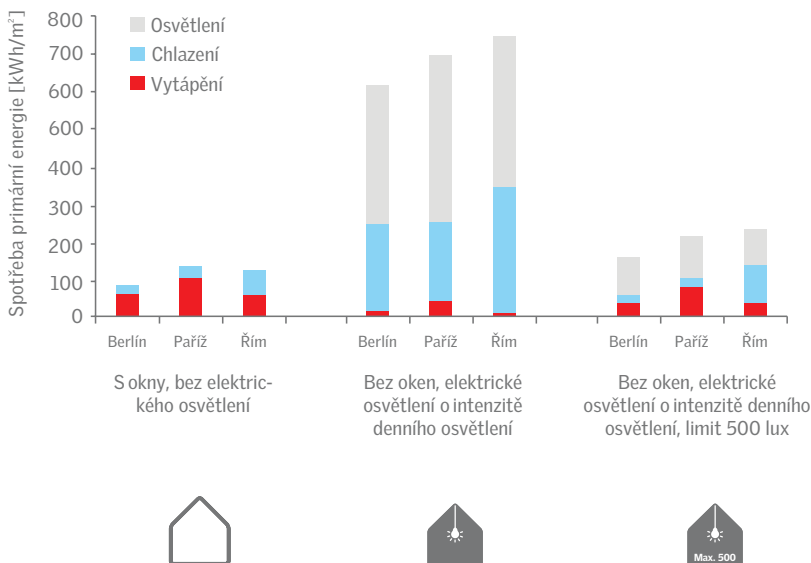
Příklad: Energetická náročnost domu bez oken

Byla určena úroveň denního osvětlení pro každou hodinu v roce v typickém domě. Šetření bylo provedeno pro čtyři lokality: Berlín, Paříž, Řím a Istanbul. Jak ukazuje obrázek níže, během celého roku je v domě vysoká intenzita denního osvětlení (přes 2 000 lux).



Jaký vliv má denní osvětlení na spotřebu energie v budově? Abychom získali odpověď, zkoumali jsme, co by se stalo, kdy dům neměl žádná okna a používalo by se pouze elektrické osvětlení. Protože množství elektrického světla má vliv na potřebu topení a chlazení, je nutno výslednou spotřebu energie na osvětlení, chlazení a vytápění budovy vyhodnocovat dohromady. Výsledky z aplikace VELUX Energy and Indoor Climate Visualizer ukazují následující obrázek.

„Okna jsou úsporný zdroj světla“



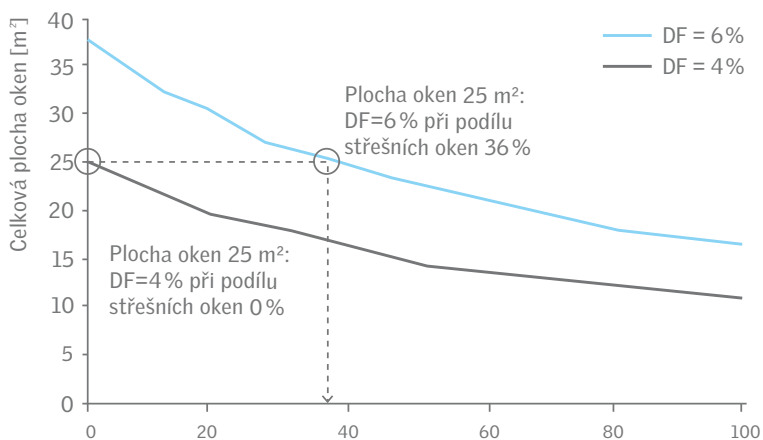
V každé z lokalit bylo dosaženo nejnižší celkové spotřeby primární energie v budově s využitím přisunu světla okny. Spotřeba energie v budově bez oken je asi 5krát vyšší než u budovy s okny, jestliže použijeme elektrické světlo pro dosažení stejné intenzity osvětlení. To potvrzuje skutečnost, že okna jsou úsporným zdrojem světla [87].

Příklad: Vliv plochy střešních oken na denní osvětlení a energetickou náročnost

V kapitole o denním osvětlení jsme ukázali, že střešní okna zajišťují větší přísun denního světla než fasádní okna. U skutečné budovy to znamená, že lze dosáhnout stejného koeficientu denního osvětlení při menší ploše oken, jestliže použijeme střešní okna.

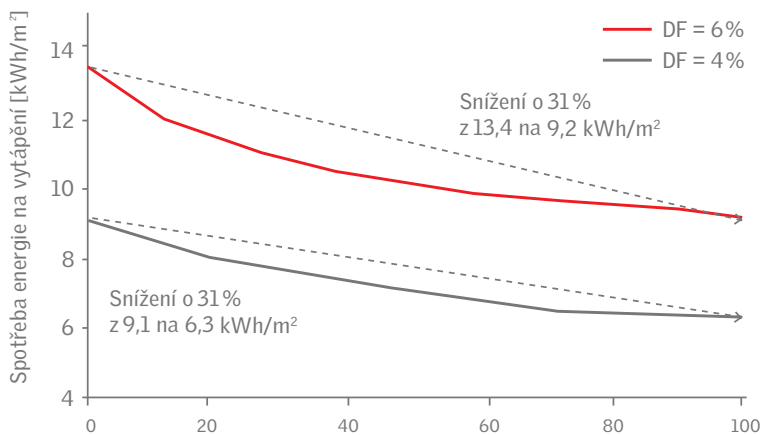
Byl zkoumán nízkoenergetický jednopatrový dům o půdorysu 8 × 18 m v Berlíně. Pomocí aplikace VELUX Daylight Visualizer jsme našli kombinace plochy střešních a fasádních oken tak, abychom dosáhli koeficientu denního osvětlení ve výši 4% resp. 6%.

„Použití střešních oken vede k vyššímu koeficientu denního osvětlení“



Zvětšením procentuálního podílu plochy oken lze dosáhnout vyššího koeficientu denního osvětlení. Pouze fasádní okna o celkové ploše 25 m² zajistí hodnotu DF = 4%, zatímco kombinace 64% fasádních a 36% střešních oken o celkové ploše 25 m² zajistí hodnotu DF = 6%, jak ukazují tečkované čáry na obrázku.

Poté jsme pomocí aplikace VELUX Energy and Indoor Climate Visualizer určili spotřebu energie na vytápění pro každou z kombinací střešních a fasádních oken. Výsledky ukazuje obrázek níže:



Energetická náročnost se zlepšila díky větší ploše oken. Pro hodnotu DF = 4% se spotřeba energie na vytápění snížila z 9,1 na 6,3 kWh/m² a pro DF = 6% z 13,4 na 9,2 kWh/m². Obě snížení odpovídají 31%.

„Přirozená ventilace v kombinaci s mechanickou ventilací je energeticky úspornější než samotná mechanická ventilace“

5.4.2 Ventilace z energetického hlediska

Ventilace – a zejména pak přirozená ventilace – má vliv na spotřebu energie na vytápění, chlazení a pohon ventilátorů.

Ventilace a vytápění

Je-li venková teplota nižší než vnitřní teplota, je zapotřebí energie na ohřev čerstvého vzduchu na požadovanou vnitřní teplotu. Velikost spotřeby energie závisí na rychlosti výměny vzduchu a na rozdílu teplot.

Lze využít rekuperační jednotku pro rekuperaci (opětovné využití) většiny tepla z odvětrávaného vzduchu pro ohřev čerstvého venkovního vzduchu dříve, než vnikne dovnitř do budovy. Systémy pro rekuperaci tepla jsou obvykle k dispozici pouze s mechanickou ventilací, protože vyžadují fyzickou jednotku, skrze kterou cirkuluje jak čerstvý, tak odvětrávaný vzduch. Je možné rekuperovat až 90 % tepla.

Pro pohon systému mechanické ventilace je použita elektřina, ale její množství je malé ve srovnání s množstvím energie, které lze rekuperovat při nízké venkové teplotě. Proto je mechanická ventilace s rekuperací tepla energeticky úsporným řešením pro dobře utěsněné novostavby v zimě. Špatně utěsněné budovy naopak nebudou schopny využít předností rekuperace tepla, jak bylo uvedeno v kapitole 2.2.2. Mechanická ventilace kromě toho vyžaduje údržbu (výměna a čištění filtrů apod.), což je třeba vzít v úvahu.

Je-li venková teplota v rozmezí 14 až 18 °C (podle konstrukce budovy), není nutný vzduch vstupující do budovy ohříván. V této situaci je přirozená ventilace energeticky úspornější než mechanická, protože se nespoteblovává žádná elektřina na pohon ventilátorů. Kombinace přirozené a mechanické ventilace se nazývá hybridní ventilace.

V kapitole 2.2.3 najdete příklad, jaké úspory energie lze dosáhnout s hybridní ventilací, a v části 2.3.1 je uveden příklad vlivu rychlosti výměny vzduchu na spotřebu energie.

Pamatujte si

Hybridní ventilace nespoteblovává v letním období žádnou elektřinu na pohon ventilátorů.

Přirozená ventilace a chlazení

Jestliže venkovní teplota spolu s teplem přijímaným ze slunce způsobuje, že teplota uvnitř domu vzrůstá, existuje riziko přehřívání. V některých budovách je tento problém řešen klimatizací, ale přirozená ventilace nabízí úspornou alternativu, která může klimatizaci nahradit a šetřit přitom energií. Přirozenou ventilaci lze využít během dne (letní ventilace) k přizpůsobení teploty, jak je uvedeno v kapitole 2.4.5.

Přirozenou ventilaci lze též využít během noci (noční chlazení) k ochlazení budovy a eliminovat tak potřebu klimatizace během následujícího dne, jak ukazuje kapitola 2.4.6.

Noční chlazení spočívá v ochlazování konstrukce domu. Efekt je větší, jestliže je budova „těžká“. Beton nebo cihly jsou „těžké“ materiály, takže budova se zdmi, stropy nebo podlahami z betonu nebo cihel je „těžká“.

5.4.3 Stínění z energetického hlediska

Stínění má významný vliv na energetickou náročnost budovy. Využití slunečního stínění má vliv jak na hodnotu g , tak na hodnotu U , a lze jej tedy použít v klimaticky studených i teplých oblastech ke zlepšení energetické náročnosti budovy. Kromě toho je stínění dynamické (tj. lze jej použít, když je třeba), a představuje tak důležitou součást okenního systému.

Vnější stínění zabraňuje ohřívání teplem ze slunce účinněji než vnitřní stínění. Vnější stínění je tedy nejlepší volbou, pokud je jeho účelem zabránit přehřívání a snížit spotřebu energie na chlazení.

Vnitřní stínění do jisté míry snižuje přehřívání. Vnitřní stínění je obecně řečeno účinnější z hlediska zateplení okenního systému, což znamená, že při jeho správném používání lze snížit spotřebu energie na vytápění budovy. Vnitřní stínění dále slouží k ovládnutí přísunu denního světla.

Příkladem dynamického okenního systému je systém VELUX ACTIVE Climate Control, u kterého je použití slunečního stínění optimalizováno automaticky bez zásahu uživatele; systém tak snižuje potřebu vytápění a chlazení a současně podstatně zvyšuje komfort uvnitř domu [88].

5.4.4 Energetická náročnost budovy v teplých klimatických oblastech

V teplých klimatických oblastech je hlavním cílem při navrhování budov dosáhnout tepelné pohody v teplé části roku spíše než minimalizovat spotřebu energie během studeného období. Jak jsme viděli v předchozích kapitolách, spotřebu energie na chlazení lze minimalizovat a často úplně eliminovat použitím přirozené ventilace, nočního chlazení a automatického slunečního stínění v kombinaci s inteligentní konstrukcí budovy, kdy tvar a orientace budovy zajišťuje stínění a snižuje tak ohřívání teplem ze slunce ve špičkových obdobích.

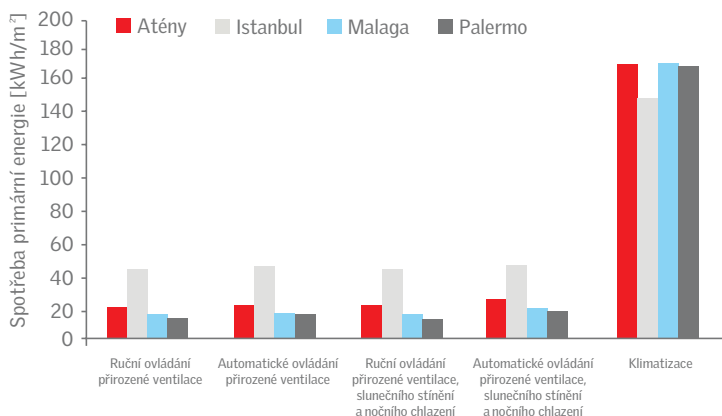
Kapitola 3.3 ukázala, že v budovách s přirozenou ventilací lze dosáhnout tepelné pohody i s vnitřní teplotou přes 26°C díky adaptaci.

Hlavním cílem by tedy mělo být navrhnout budovu bez klimatizace, kterou by mělo nahradit sluneční stínění a přirozená ventilace; tento systém předejde zbytečné spotřebě energie.

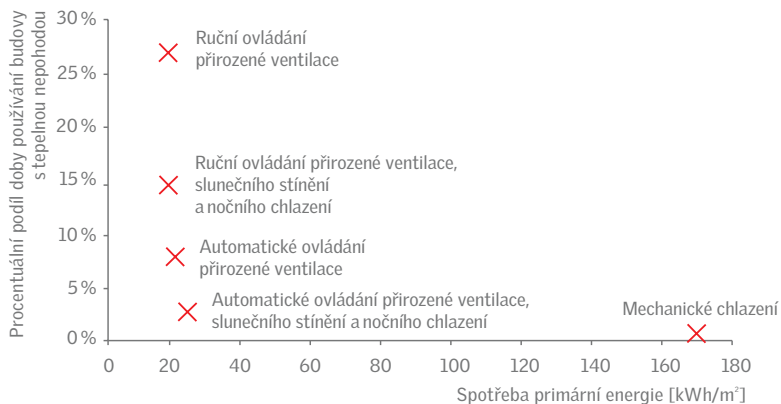
Příklad: Stínění a přirozená ventilace zajišťuje dobrou energetickou náročnost a tepelnou pohodu v teplých klimatických oblastech.

Pomocí aplikace VELUX Energy and Indoor Climate Visualizer jsme zkoumali energetickou náročnost typické budovy ve 4 městech v teplých klimatických oblastech. Zkoumali jsme různé kombinace slunečního stínění a přirozené ventilace a porovnali jsme je s klimatizovanou budovou. Zkoumanými městy byly Atény, Istanbul, Malaga a Palermo [64].

Energetická náročnost budovy s klimatizací byla v rozmezí 150–160 kWh/m², což je 3krát až 10krát horší hodnota než u budov bez klimatizace.



V domech bez klimatizace se podařilo dosáhnout i přijatelné tepelné pohody. Následující graf ukazuje výsledky z Atén a dokládá, že lze dosáhnout přijatelné tepelné pohody po dobu 98–99% roku, použijeme-li automatické ovládání přirozené ventilace, slunečního stínění a nočního chlazení.



Graf ukazuje energetickou náročnost a tepelnou pohodu pro případ Atén a dokládá, že tepelná pohoda dosažená automatickým ovládáním systému je stejná jako s mechanickým chlazením.

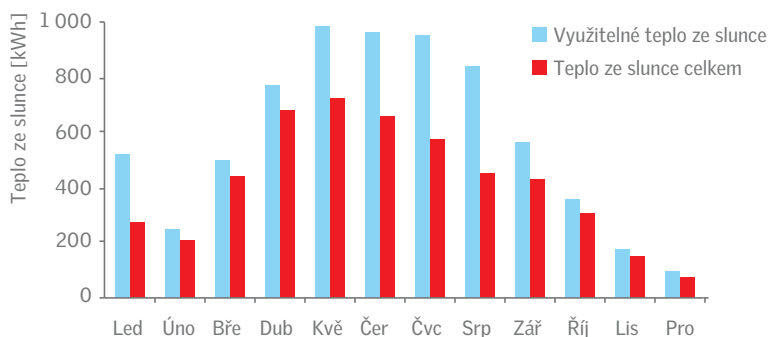
5.4.5 Energetická náročnost budovy ve studených klimatických oblastech

Ve studených klimatických oblastech je hlavním cílem při navrhování budov minimalizovat spotřebu energie na vytápění a spotřebu elektřiny na osvětlení. V druhém sledu je třeba minimalizovat spotřebu energie na pohon ventilátorů a budova by měla být navržena tak, aby nepotřebovala klimatizaci.

Okna zajišťují využitelné teplo ze slunce v každém měsíci roku, i v letních měsících. Hodnocení energetické náročnosti

tedy musí vycházet z celoročních výpočtů, pro které lze použít například aplikaci VELUX Energy and Indoor Climate Visualizer. Příklad na obrázku 5.6 ukazuje, že množství využitelného tepla ze slunce od května do srpna v Dánsku je významné, což znamená, že přestože jsou i v letním období studené dny a noci, není v teplých měsících roku zpravidla zapotřebí vytápění.

Význam ohřívání teplem ze slunce v letním období ukazuje následující obrázek.



Obrázek 5.6: Příklad využitelného tepla ze slunce ve stávající budově v Dánsku.

Pamatujte si

Okna zajišťují teplo ze slunce během celého roku, nejen v zimě. Ohřev teplem ze slunce prostřednictvím oken je hlavním důvodem, proč můžeme v mnoha případech v letním období vypnout topení i ve studených klimatických oblastech.

„Energetická náročnost stávající budovy by se mohla zhoršit, kdybychom odstranili okna“

Příklad: Energetická náročnost domu bez oken

Porovnali jsme energetickou náročnost budovy z hlediska vytápění s budovou bez oken. Budova se nachází v Berlíně. Následující tabulka ukazuje výsledky pro čtyři různé stavební epochy. Výpočty byly provedeny v softwaru BSim.

	GGL 59	GGL 65G	Bez oken
Nízkoenergetická budova (2020)	25 kWh/m ²	20 kWh/m ²	20 kWh/m ²
Novostavba (2005)	61 kWh/m ²	56 kWh/m ²	61 kWh/m ²
Stávající budova (1980)	87 kWh/m ²	82 kWh/m ²	93 kWh/m ²
Stávající budova (1940)	146 kWh/m ²	143 kWh/m ²	162 kWh/m ²

U budoucí novostavby je energetická náročnost domu bez oken stejná jako u domu s okny, což znamená, že množství tepla ze slunce je stejně velké jako tepelné ztráty okny způsobené.

U stávajících budov platí, že dům s okny má menší energetickou náročnost než dům bez oken.

5.4.6 Důsledky budoucích požadavků na lepší energetickou náročnost

Současné trendy v evropské i národní legislativě ukazují pokračující důraz na energii ve stavebních předpisech, což znamená, že minimální požadavky na energetickou náročnost novostaveb i rekonstruovaných budov budou stále přísnější.

Studené klimatické oblasti

Jak jsme viděli v kapitole 5.3.2, závisí energetická bilance oken na budově, ve které jsou okna instalována. V kapitole 5.4.5 jsme uvedli příklad, kolik tepla lze ročně získat ze slunce ve stávající bu-

dově v severní Evropě. U budovy s nízkou energetickou náročností jsou nízké tepelné ztráty a lze tedy využít menší část tepla ze slunce.

V budovách s nízkou energetickou náročností budeme u oken klást důraz spíše na nízkou hodnotu U_w než na vysokou hodnotu g .

Příklad ukazuje, že relativní úspora při použití trojskel je největší u nízkoenergetických budov, zatímco u stávajících budov jsou úspory jen malé.

Příklad: Význam trojskel v budovách s nízkou energetickou náročností

Předchozí příklad ukázal vliv použití dvoj- resp. trojskel v Berlíně v domě typickém pro čtyři různá období výstavby. V následující tabulce je uvedeno relativní snížení spotřeby v důsledku použití trojskel ve srovnání s dvojskly.

	Nízkoenergetická budova (2020)	Novostavba (2005)	Stávající budova (1980)	Stávající budova (1940)
Relativní snížení spotřeby energie na vytápění	17%	7%	6%	2%

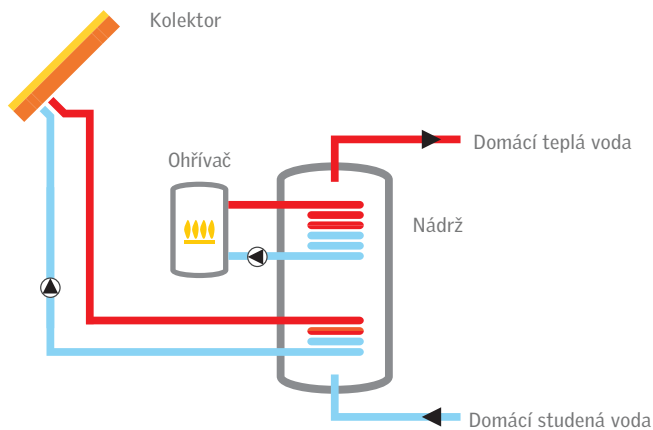
Pamatujte si

U budov s nízkou energetickou náročností vzrůstá význam hodnoty U oproti významu hodnoty g , protože v nízkoenergetických budovách lze využít menší množství tepla ze slunce.

5.4.7 Dodávka energie z obnovitelných zdrojů s použitím solárních termálních systémů

V předchozích kapitolách o energii jsme probírali způsoby, jak lze snížit spotřebu energie na vytápění a chlazení prostor díky využití optimální kombinace oken a příslušenství. Tato kapitola se zaměřuje na možnosti využití bezplatné, obnovitelné energie ze slunce k pokrytí části zbývající spotřeby energie v dané budově.

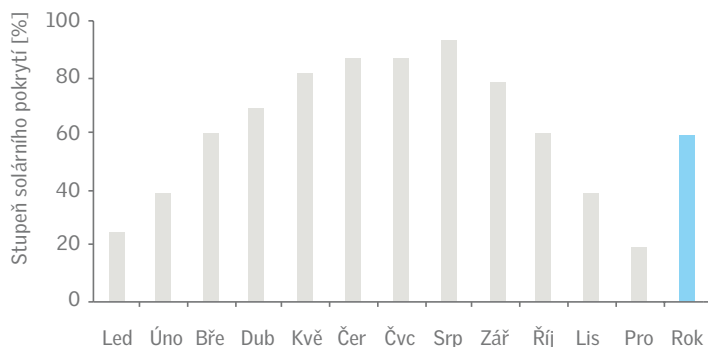
Solární termální systémy lze využít k dodávce solární energie pro vytápění místností a ohřev domácí teplé vody. Využití solární energie snižuje spotřebu energie z konvenčních zdrojů, což znamená, že solární termální systém přispívá ke snížení emisí skleníkových plynů. Jediné režijní náklady spojené se solárními termálními systémy představuje elektřina na pohon čerpadel a řídicího systému, což ročně odpovídá asi 80 kWh.



Obrázek 5.7: Schéma solárního termálního systému pro ohřev domácí teplé vody.

Solární termální systém vyrábí energii, jestliže svítí slunce. Energie se ukládá v nádrži na vodu, jejíž objem postačí na zásobu domácí teplé vody na 1–2 dny. U typické rodiny je objem nádrže 200 až 300 litrů. Solární kolektory o optimální ploše pokryjí spotřebu domácí teplé vody v budově v letních měsících. V méně slunečných obdobích roku bude solární termální systém také vyrábět energii. Když energii vyrobenou během

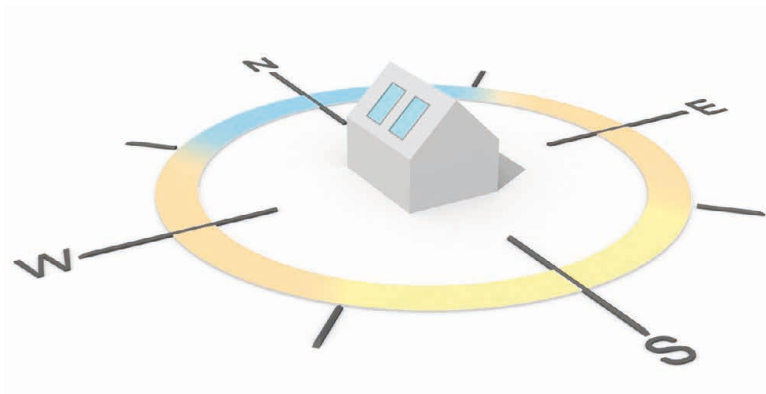
celého roku podělíme spotřebou teplé vody v budově, získáme číslo, které se nazývá stupeň solárního pokrytí (solar fraction) a vyjadřuje, jak velká část spotřeby domácí teplé vody je pokryta solárním termálním systémem. Systémy jsou konstruovány tak, aby zajistily stupeň solárního pokrytí mezi 60 a 75%.



Obrázek 5.8: Příklad stupně solárního pokrytí podle měsíců v Londýně ve Velké Británii. Stupeň solárního pokrytí je v létě téměř 90% a celoroční hodnota je 60%.

⚠ Pamatujte si

Solární kolektory mohou pokrýt až 75% spotřeby energie na ohřev domácí teplé vody.



Plocha solárních kolektorů vhodná pro daný dům závisí na intenzitě slunečního záření v dané lokalitě. Roční přísun energie ze slunce v jižní Evropě je asi o 50 % vyšší než v severní Evropě. Solární kolektory dosahují nejvyšší energetické výkonnosti, jestliže jsou instalovány na střeše orientované na jih se

sklonem 45°. Výkonnost kolektorů instalovaných při jiném sklonu nebo orientaci ale může být i tak blízká optimu. Energetická výkonnost kolektorů orientovaných k jihu, jsou-li instalovány v téměř horizontální poloze, je 91%, jak ukazuje následující tabulka.

	Jih	Jihovýchod nebo jihozápad	Východ nebo západ
Sklon 15°	91%	89%	82%
Sklon 30°	96%	92%	82%
Sklon 45°	100%	95%	81%
Sklon 60°	101%	96%	79%
Sklon 75°	98%	98%	75%
Sklon 90°	91%	91%	69%

Tabulka ukazuje relativní energetickou výkonnost solárního kolektoru v závislosti na sklonu a orientaci. Kolektory orientované na jih se sklonem 45° mají relativní výkonnost 100%. Kolektory orientované na jihovýchod při sklonu 60° mají relativní výkonnost 96%.

5.5 Úhrnem o energii

Dnešní energetické systémy jsou závislé na fosilních palivech. K dispozici jsou alternativní obnovitelné zdroje; pouze slunce samo o sobě poskytuje planetě Zemi 1 500krát více energie, než kolik se jí za rok spotřebuje.

Budovy představují 40 % spotřeby energie v Evropské unii. Cílem národní i evropské legislativy je tento podíl snižovat a zároveň zvyšovat podíl obnovitelných zdrojů v energetických systémech.

Okna mají významný vliv na celkovou spotřebu energie v budově, protože zajišťují po celý rok přísun denního světla a využitelného tepla ze slunce; u oken ale zároveň dochází i k tepelným ztrátám.

Energetická bilance okna charakterizuje okno z hlediska spotřeby energie a umožňuje volbu správného okna a lepší porovnání různých typů oken než samotné hodnoty U a g. Sluneční stínění zlepšuje u okenních systémů hodnotu U i g; se systémem VELUX ACTIVE Climate Control jej lze dynamicky ovládat a optimalizovat tak jeho funkci.

Okna jsou energeticky úsporným zdrojem denního světla a při posuzování oken z hlediska energie je třeba do výpočtu zahrnout právě i denní světlo.

Energeticky úsporné ventilace lze u novostaveb dosáhnout s využitím kombinace přirozené a mechanické ventilace, protože přirozená ventilace je neúspornější řešení pro podstatnou část roku. V letním období přirozená ventilace účinně zabraňuje přehřívání

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. Mardaljević: *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. březem 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, pohlížíme 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.	