

VE ZDRAVÉM DOMĚ ZDRAVOU NOC!

A HEALTHY HOUSE IS TO ENSURE A HEALTHY NIGHT!

Jan Hollan¹

Abstract

Everybody knows light influences our mood. What is less widely known is, that it controls our metabolism too. A plenty of natural light in the daytime is recommended traditionally, and its artificial substitution is demanded by building codes. In recent years, however, a “new” **imperative** became apparent: that of **darkness at night**. Present levels of night lighting interfere with natural chronobiology in humans. Seasonal metabolic changes, driven by the length of the day, became faint or non-existent. Increasing occurrence of many diseases (various types of cancer, obesity, diabetes of 2nd type) is suspected to be, from a minor or major part, a disastrous consequence of increased light levels at night.

There is a possibility to reverse this trend: **between sunset and sunrise, keep indoor light levels as low as possible and avoid** the component which tells our bodies “it’s day”: the **blue** and blue-green one. **Pure yellow light** can be harmless up to ten lux coming to our eyes. Healthy buildings, if occupied at night, are to have a **second system of lighting, for evening / morning**.

Natural darkness for sleep is to be ensured too: by excluding artificial illumination of windows from outside, or by **automated window blinds** allowing < 0.01 lx to proceed inside, with additional benefits. A third lighting system suits windowless spaces, giving < 0.01 lx late at night.

1. Úvod

Docílit v budovách příjemnějšího a zdravějšího prostředí, to je mnohaoborové téma zájímavější čim dál více lidí. Inspirací přitom může být tradiční lidová architektura. Kvalitu, kterou poskytuje, teprve v posledních letech překonávají nejlepší pasivní domy, používající týchž přírodních materiálů a poskytující více denního světla a čistší vzduch (náznak viz [1]). Při snaze o co nejlepší vnitřní prostředí se věnuje pozornost i parametrům, jejichž důležitost je sporná. Přitom se zapomíná na aspekt věru základní: **střídání dne a noci**.

Světlo bývalo symbolem dobra, a jeho umělé zdroje byly vzácné a slabé, často i drahé. Od vynálezu elektrického osvětlování ale cena uměle vytvářeného světla klesá a množství stoupá. Ve dne to nevadí, ale po západu slunce už ano. Absence přírodní tmy neznamená jen velkou kulturní změnu, ale také brání tvorbě melatoninu, zvaného také spánkový hormon. Ten se jinak vytváří během celé noci [13] a podstatně ovlivňuje pochody v organismu. U mnoha živočichů, a pravděpodobně i u lidí, také poskytuje účinnou ochranu proti nádorovému bujení.

Intenzitu osvětlení očí na úrovni několika desetin luxu už naše receptory nevnímají jako signál, že je den – to je ve shodě s tím, že tolik světla může být i při úplňku. Přesto to bývá úroveň příliš vysoká, pokud jde o rušení spánku. Takové úrovně se přitom v domech běžně vyskytují.

Naštěstí lze zajistit v noci takové vnitřní prostředí, pokud jde o množství a složení světla, že potřeby obyvatel budou uspokojeny, aniž by bylo poškozováno jejich zdraví.

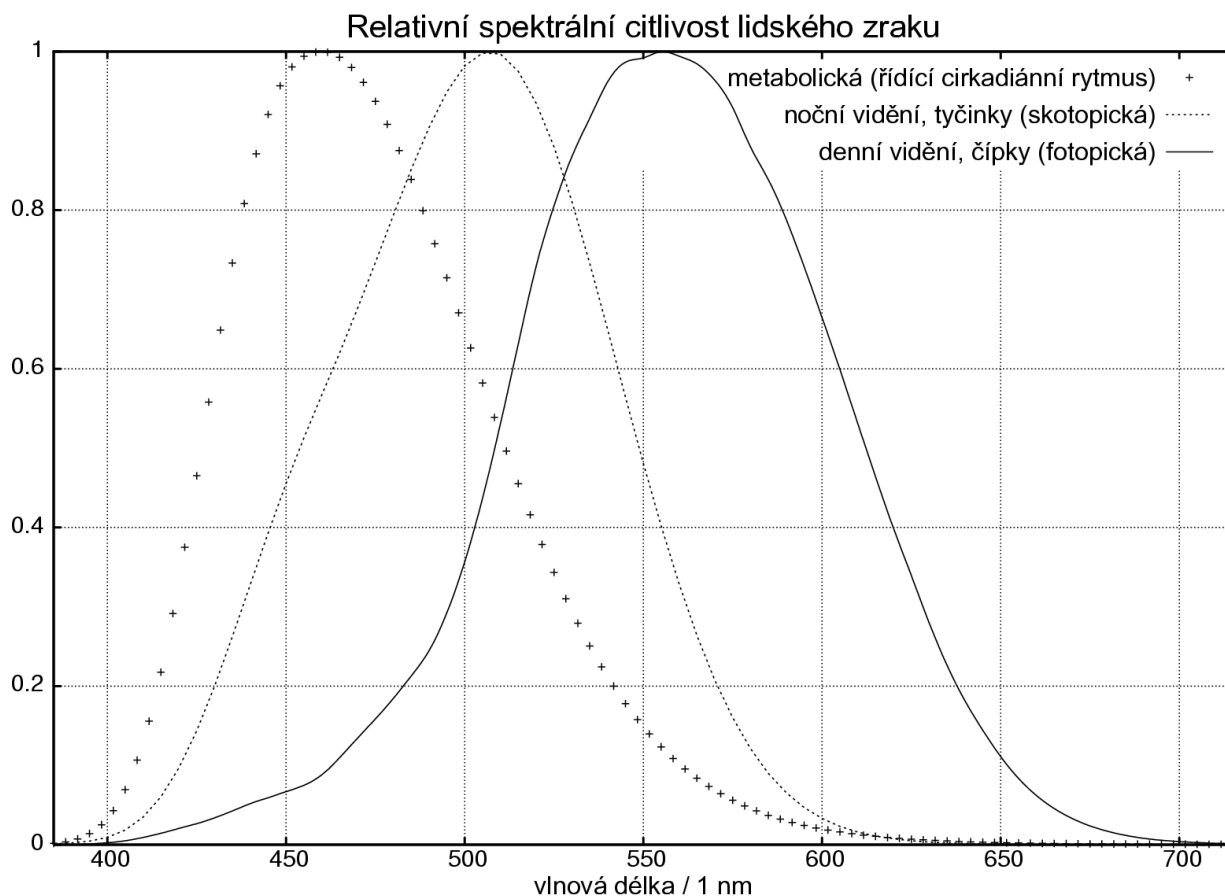
¹ Jan Hollan, RNDr., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie hmot a stavebních dílců; hollan@ped.muni.cz; <http://amper.ped.muni.cz/jenik>; 541 321 287 Hvězdárna, Kraví hora 2, 616 00 Brno

2. Jak naše tělo pozná den a noc

Naše těla, a vlastně těla všech živočichů, fungují v cyklu délky zhruba jednoho dne. Označuje se to jako cirkadiánní (tj. přibližně denní) rytmus. K tomu existují mechanismy, jež vytvářejí „vnitřní hodiny“, které se ale pomalu rozcházejí se skutečným dnem. Pro jejich synchronizaci slouží speciální receptory na sítnici, které nezprostředkovávají obraz, ale jen sčítají množství světla a svůj signál posílají do jiné oblasti mozku. Týž aparát také řídí produkci hormonu melatoninu – ten se tvoří jen v noční části cyklu, za normálních okolností téměř během celé noci. Světlo intenzit, které jsou dnes v interiérech běžné, jeho tvorbu jak opoždí, tak i snižuje. Že jde o zvláštní receptory, se soudilo podle toho, že redukce tvorby melatoninu byla největší při použití vlnových délek kratších, než odpovídají maximu citlivosti dávno známých receptorů zobrazujících (tyčinek a čípků). **Nalezení nových receptorů** (světločivých gangliových buněk), rozmístěných v sítnici rovnoměrně, se podařilo až na začátku třetího tisíciletí [14].

Jejich citlivost na různé vlnové délky světla má např. pro lidi a myši zcela stejný průběh, **s maximem mezi 460 nm a 470 nm** (modré až modrozelené světlo). Na zelené světlo, které nejvíce přispívá ke vnímání jasu denním viděním (jakým např. čteme), s vlnovou délkou 550 nm, reagují sedmkrát méně, na čistě červené padesátkrát méně [2] [9].

Před dvaceti lety se soudilo, že běžné intenzity umělého osvětlení nejsou tak velké, aby nějak zasáhly do našeho metabolismu. Dnes víme, že **už jeden lux může narušit noční fázi cirkadiánního cyklu**, zejména pokud intenzita osvětlení očí přes den nedosahovala vysokých hodnot – např. je-li venku zataženo tlustou vrstvou oblačnosti či při pobytu jen v interiéru.



3. Jaké má absence dostatečné tmy důsledky

Mnoho studií tkáňových kultur prokázalo vysokou účinnost melatoninu při prevenci a brždění nádorového růstu. Další studie prokázaly zásadní vliv nočního světla na růst i vznik nádorů u hlodavců. Nebyly navrženy žádné mechanismy, které by u lidí takový vliv mohly potlačit či eliminovat.

Obdobné pokusy na lidech nejsou možné. Lze jen využít srovnání různých skupin, které byly světlu v noční době vystaveny v různé míře. Hypotézu o tom, že zvýšený výskyt nádorů, zejména rakoviny prsu, může do značné míry pokles tvorby melatoninu působený světlem a dalšími elektromagnetickými poli, formuloval už v roce 1987 dr. Richard Stevens [3], který ji v nedávných letech spolu s dalšími též epidemiologicky do značné míry potvrdil, a to pokud jde o světlo (viz např. [12]). (Vliv jiných frekvencí elektromagnetického záření či střídavých magnetických polí naopak zůstává i přes hodně badatelského úsilí stěží prokázán, zprostředkování přes tvorbu melatoninu je téměř vyloučené, ta jimi takřka není ovlivňována.)

Základní studie, které naznačily, že **nedostatek noční tmy může i u lidí vést k vyššímu výskytu nádorů**, se opírají o porovnání skupin slepých lidí s těmi, kteří světlo sice vnímají, ale zrakem se téměř neorientují. Zcela slepí v několika skandinávských zemích (kde jsou taková data k dispozici) mají výskyt nádorů prsu (či prostaty nebo konečníku) více než o třetinu nižší (viz např. [4]). Další studie porovnávaly americké zdravotní sestry, které více let pracovaly na noční směny, se sestrami, kteří takovou fází života neprošly. Noční směny mají za následek až poloviční zvýšení počtu nádorů. Jinou možnou příčinu, než nedostatek tmy v noci, se nepodařilo nalézt (viz např. [5]).

Dopadům nedostatku noční tmy (a jím způsobeného nedostatku melatoninu) na vznik a růst nádorů se věnovala od roku 2002 řada vědeckých konferencí. Jiná oblast je zatím téměř opomíjená, totiž vliv nočního světla na mnoho dalších zdravotních poruch. Soubor hypotéz je neobvyklou formou sepsán v knize, která neprošla vědeckou recenzí, ale přináší mnoho podnětů a je ve vědeckém tisku zmiňována: Lights Out [6]. Nejzajímavější domněnka, která je metabolicky i vývojově podrobně odůvodněná, říká, že postupné vymizení dlouhých nocí je příčinou ohromného **nárůstu obezity** v bohatých zemích. Stručně řečeno, náš organismus se v době dlouhých letních dní, a zejména v době, když se už trochu zkrátí, snaží získat dostatečné zásoby tuku k přežití dlouhé zimy – jinými slovy, máme pořád chuť k jídlu, takže jíme, jak jen to jde, dokud nám příroda poskytuje hojnost potravy. Jenže dlouhá zimní noc nikdy nepřijde, a tak hromadění zásob pokračuje, aniž tělo dostane signál, že už je zima a že nyní se naopak tukové zásoby mají spotřebovat. Hojnost potravy a puzení se jí cpát máme dnes i v takové divné zimě, o které naše tělo téměř neví. Kromě světla (a stravy) se kniha zabývá i délkou a kvalitou spánku – **spánková deprivace** je dnes zcela běžná (viz výrazně delší doba spánku alespoň o víkendech, když „je na to čas“). I nedostatek spánku je pravděpodobně mezi příčinami obezity, nárůstem diabetu druhého typu atd. Za sto let se délka spánku v zimním období snížila na polovinu, kratší než dříve je ale po celý rok. Kniha doporučuje v zimním půlroce spát rozhodně více než devět hodin (metabolicky by dnes obvyklý krátký, třeba jen šestihodinový spánek neměl vadit jen od konce května do konce července).

Najít v bohatém světě skupiny osob, které přemírou umělého světla v noční době nejsou dotčeny, ale jinak žijí podobným způsobem, je stěží možné. Existují ale už práce, které hledají vliv nedostatku spánku. Nevyspalí lidé mají větší hlad a speciálně též větší chuť na sladká jídla [7].

Rozvrácení denního a sezónního chodu lidského metabolismu vinou přílišného množství a nevhodného spektrálního složení světla v té části noci, kdy nespíme, je asi hlavním závažným důsledkem nedbalého nočního svícení, ač zatím stěží prokázáným nade vší pochybnost. Co zato víme zcela jistě: pro usínání a klidný, hluboký a dostatečně dlouhý spánek potřebuje značná část lidí mnohem hlubší tmu. **Vinou uměle produkovaného světla pronikajícího zvenčí dnes tma dostatečná pro kvalitní spánek není k dispozici třetině lidí, sedmina uvá-**

dí, že ji nemají ani s případným zatemněním. Je dost absurdní, aby venkovní osvětlení (veřejná služba) lidem v době, když spí, více škodilo než sloužilo, ale takový je dnešní stav. [8]

4. Jaká tma je dostatečná

Zdravý dům by měl své obyvatele chránit nejen před deštěm, větrem a zimou, ale v noci také před škodlivým světlem. V tom se skrývají dvě dosti odlišné oblasti: zajistit pěkně hustou tmou pro spánek, a na druhé straně svítit v době, když jsme vzhůru, jen tak, aby to nevadilo.

Dokud nejdeme spát, tak s výjimkou aktivit, kdy není potřeba žádná nebo jen velmi hrubá zraková orientace, jsme zvyklí si v budovách svítit. Výzkum třetího tisíciletí nám dal skvělou možnost, abychom si sice posvítili, ale přitom naše vnitřní hodiny nemátli zprávou, že dosud trvá den. Naše štěstí je v tom, že pro ostré vidění je nejučinnější světlo o vlnové délce kolem 550 nm, které onen starobylý nezobrazující zrakový aparát, jehož jediným úkolem je rozpoznávat den a noc, vnímá jen málo. Z nočního světla, není-li silné, stačí proto odstranit jen onu polovinu, jejíž vlnová délka je kratší – vlnové délky fialové, modré a potlačit část zelených. Jinými slovy, použít alespoň **sytě žlutý filtr**. Takové filtrované světlo stačí vždy, když nemáme nějakou zásadní potřebu hledat věci podle jejich modré barvy. Ta se totiž stane šedou, případně mírně zelenou (dle složení pigmentů). Je až s podivem, jak málo to vadí – např. při prohlížení map, kde jsou vyznačené modře vodní plochy, je díky zkušenosti chápeme jako modré, ač tam takový odstín vlastně není. Doopravdy může úplná absence modré složky světla vadit asi jen při korekturách barevných časopisů.

I zde nám ale nedávný výzkum nabízí řešení: posvítit si bílým světlem (nebo přidat modrou složku) jen na plochu nezbytné velikosti, a i to jen na dobu nezbytně nutnou. Jde-li trochu krátkovlnného světla do očí z jediného směru, nemusí to ještě vadit – jde jen o celkové osvětlení očí.

Jestliže intenzita jejich osvětlení bílým světlem nepřesáhne čtvrt luxu, nemělo by to nástup noční fáze metabolismu u lidí nikdy oddálit či zeslabit, leckdy a leckomu by nemusel vadit ani jeden lux (za předpokladu, že ani okolní „nemedře svítící“ plochy nedají více než několik luxů). Např. bílý arch A4 osvětlený bíle deseti luxy nepošle do očí více než jeden lux, barevný ani ne půl luxu. **Světla s vlnovou délkou nad 550 nanometrů** může do očí bez nežádoucích účinků dopadat **až deset luxů**. Samozřejmě neuděláme chybu, když budeme svítit méně, bude-li to na daný zrakový úkol stačit.

Aby to stačilo, k tomu je potřebná dokonalá kompenzace dioptrických očních vad, u lidí nad čtyřicet pět let především vetchozrakosti (pro pohodlný pohled do dálek pod jeden metr prostě potřebují brýle, nejsou-li zrovna „správně krátkozrací“ a stačí jim naopak brýle sundat). Dnešní hojná praxe, že snížená či dokonce už zaniklá schopnost přeostrůvání (akomodace) zraku se nahrazuje silným osvětlením (při němž se zúží zorničky, takže vzroste hloubka ostrosti, podobně jako u hodně zacloněného fotoaparátu), je přijatelná ve dne, ale v noci rozhodně ne.

Konečně, kolik světla je přijatelné množství v době, kdy v noci spíme? Dle dosavadních znalostí by nemělo vadit, když na zavřená víčka dopadá **setina luxu**. Chceme-li mít v interiéru v noci trochu trvalého světla pro orientaci, může být při této či menší intenzitě dokonce vhodné, aby bylo bílé, ba i namodralé – na takové je citlivější noční zobrazující aparát (tyčinkový, skotopický), a stačí jej tedy méně než žlutého či červeného. Zavřená víčka propustí převážně jen červenou složku, což už může být tak málo světla, že jej téměř vůbec nevnímáme. Test takové situace je jednoduchý: jestliže si už naše zavřené oči zvykly po jedné hodině na poměrně důkladnou tmou, zkusme si je navíc zakrýt třeba dlaní. Pokud stín nevnímáme, „tma nezhoustne“, je tma poskytovaná víčky dostatečně hluboká.

5. Jak jí docílit

5.1 Nouzové řešení: různé brýle

Začněme doporučením, které je mimo rámec architektury a lze jej uplatnit kdekoli a kdykoli: zrak lze před nepatřičným nočním světlem chránit vhodnými brýlemi. Sytě žlutými, případně (v silně osvětleném prostředí) navíc i tmavými (nebo červenými, pokud nemusíme rozlišovat barvy). Brýle by měly být přiléhající, silné bílé světlo nemá jít ani z boku (receptory, řídící cirkadiánní rytmus, jsou po celé sítnici). Na trhu jsou barevné brýle vzácně k dostání v prodejnách pracovních oděvů, bývají ale jen nažloutlé, výrazně propouštějící modrozelené světlo. Lepší ovšem takové než žádné.

Něco jako „brýle“ pomůže i pro spánek, taková látková pomůcka (maska) se dokonce dávno vyrábí (bývá k dispozici při zaoceánských letech). Nemáte-li ji, pomůže jiný kus látky ve více vrstvách. Potřebujete-li spát za světla, není „zavázání očí“ žádná změkčilost, ale pro dobrý spánek vlastně nutnost (dokonce tím lze „ušetřit čas“, krátký hluboký spánek může osvěžit více než dlouhý mělký).

5.2 Soustava pro noční (žluté) svícení

Nosit na obličej pomůcky jako bariéru proti světlu je přinejmenším stejně nepohodlné jako nosit špunty v uších proti hluku. Úkolem architektury je vytvořit komfortní prostředí, kde jsou toxické složky eliminovány, takže není potřeba užívat žádné obdoby plynových masek.

To ovšem znamená, že v budovách, které v noci neopouštíme, a má v nich být elektrické osvětlení, musí existovat dva takové systémy se zcela různými vlastnostmi. Nestačí silné osvětlení bílé či jen mírně nažloutlé, které má doplňovat či nahrazovat denní světlo. Je potřeba mít také **osvětlení důkladně filtrované, slabé**, s případnou možností osvětlit silněji malou pracovní plochu. Tím se má denní způsob osvětlení nahradit do půl hodiny po západu slunce.

Jen jediné osvětlení dnes používané je tak slabé, že jej lze označit za zdraví neškodné, totiž osvětlení několika svíčkami nebo petrolejkou. To se ale špatně směřuje, takže se moc nehodí např. na čtení, i když i pro ně může stačit (nečteme-li mnoho hodin). Nejde o světlo bez modré složky, ta je ale menší než zelená a zejména červená, a celkové množství světla je dostatečně nízké na to, aby noční metabolismus nebyl narušen. Moderní obdobou takového slabého osvětlení se mohou stát žluté svítící diody, jejichž světlo naopak velmi dobře směřované je (běžná LEDka má do patřičného směru stejnou svítivost jako svíčka), a lze se u nich zcela vyhnout tomu, abychom oslňující plošku samotného zdroje světla měli v zorném poli.

Přejeme-li si mít celkové osvětlení místnosti, poslouží libovolné běžné elektrické světelné zdroje, ovšem v těch nejslabších vyráběných verzích. Lineární zářivky dvou běžných příkonů (18 W a 36 W) se přímo vyrábějí ve zcela žlutém provedení, ale málokde se dostanou a jsou dnes několikrát dražší než bílé či nažloutlé. Stačí je osadit do běžných svítidel a mít možnost volby mezi nimi a zářivkami „denními“. Kompaktní zářivky takové na trhu zatím nejsou, nezbývá než použít běžné typy (od 6W do 15W, pro osvětlení velkých místností až 23W) a jejich světlo dodatečně filtrovat. K tomu lze použít žlutou fólii (takové se prodává jako samolepicí, nelepí se přímo na zářivku, která bývá poměrně horká, ale ponechá se kolem ní vzduchová mezera), nebo průhlednou sytě žlutou barvu na sklo. Taková vypalovací barva se hodí i na žárovky. 25W žárovky lze koupit přímo ve žlutém provedení.

Systém nočního žlutého osvětlení (při vyšších nárocích na intenzitu světla dokonce až oranžového či červeného, s potlačenou zelenou složkou) nemusí být nákladný investičně ani provozně, na rozdíl od náhradního osvětlení denního nemá poskytovat stovky luxů, ale jen jednotky, nanejvýš desítky. Může být doplněn i různými možnostmi stmívání – spíše pro spolehlivější ochranu zdraví a příjemný interiér než pro úsporu elektřiny. Ideální by bylo, aby

system bílého denního osvětlení byl v noci zablokován proti tomu, aby byl omylem použit (může být za běžné situace napájen jen přes spínací hodiny, které jej na noc odpojí).

Ještě poznámku ke kontrole filtrování, tedy k sytosti barev filtrů: ověřit ji lze pomocí CD, které užíváme jako spektroskop. Dáváme pozor hlavně na to, aby filtr neměl nějakou zbytkovou propustnost v modré a modrozelené oblasti, a pokud možno ani ve fialové. Měl by „odříznout“ vše, co je za „zelenou čarou“ rtuti (patrnou ve spektru zářivek, 546 nm). Účinné množství světla, které narušuje noční fázi metabolismu, lze pak velmi přesně měřit pomocí digitálních fotoaparátů (jejich „B pixely“ mají podobný průběh citlivosti [9]).

5.3 Rolety (nejen) pro spánek

Nekazíme-li si vnitřní prostředí sami špatným svícením, zbývá zabránit vstupu nepatřičného světla zvenčí na dobu spánku. Kauzální řešení je samozřejmě vypnout vnější světla. Když to nejde, tak je alespoň zaclonit tak, aby přímo do oken nesvítila (to je vždy možné doplněním např. plechové clony) a na pozdní noc ztlumit (téměř všechny světelné zdroje tlumit lze, a přináší to úspory elektřiny a zvýšení jejich životnosti). Když nestačí ani to, zbývá instalovat do oken dostatečně účinné stínící vrstvy, které se automaticky nebo na zmáčknutí tlačítka večer zavřou, ale **ráno se samy otevřou** – abychom se mohli fyziologicky probudit, či aby nám pohled napověděl, jaká je denní doba. Budit se do temné místnosti, když je venku světlo, je nepříjemné; napřed okna ručně odclonit a pak se teprve budit, to jaksí nejde.

Takové samočinné stínící zařízení se může zdát přehnaným luxusem. Je ale na místě na něm trvat tam, kde se nedá zajistit venku dostatečná tma – ať ostatně tento „luxus“ (možnost v noci klidně spát) zaplatí ten, kdo normální přírodní (málokdy černou) tmu narušuje! Na druhé straně, takové zařízení může přinášet další výhody. Nasnadě je stínění proti slunci a přehřívání v letních vedrech. Doposud zcela opomíjenou funkcí je možné velké snížení úniku tepla v chladném období, až na polovinu limitu požadovaného pro pasivní domy [10] (jde o dvojici elektricky ovládaných rolet z tenké plastové fólie s napařenou hliníkovou vrstvou). S využitím takové techniky se architektura vymaňuje z limitů, že velká okna působí často problémy – pomocí integrovaných, mírně průhledných rolet se dají okna efektivně zmenšit či tepelně zlepšit, aby velké rozměry nevadily. Jindy zato poskytnou žádoucí hojnost denního světla (hlavně za zatažených dní).

Zavírání rolet na noc má přínos i večer, když uvnitř nezanedbatelně svítíme. Rolety vrací světlo do místnosti (okna přestanou být „černá“). Naopak brání jeho úniku ven, kde je jednoznačně znečišťující (jak pro lidi, kteří se chtějí těšit z večerní krajiny, tak pro živé organismy vůbec). Ve dne má dům na okolí dopad nevelký, v noci, s velkými svítícími okny, může velmi narušit prostředí do vzdálenosti mnoha kilometrů. Automaticky spouštěné rolety (je-li uvnitř mnohem více světla, stejně ven nevidíme) tomu mohou spolehlivě zabránit. I prostředí kolem takového zdravého domu může být večer či před úsvitem zdravé.

5.4 Třetí osvětlovací soustava

I tam, kde je v ložnici světla zvenčí vždy nadbytek (vlastně zejména tam, protože oči nejsou plně zvyklé na tmu), může být problém trefit chodbou či předsíní bez oken bezpečně např. na záchod. Tehdy může být potřeba mít v domě ještě třetí systém osvětlení: na úrovni setiny nebo **tisíciny luxu** (tisícina luxu dopadá z bezoblačného nebe za bezměsíčné noci na otevřenou krajinu sto kilometrů od nejbližších umělých světél). Zdroj světla by vidět být neměl, jen slabounce osvětlené prostředí. Dostatečně slabým zdrojem pro tento úkol může být bílá LED, my doma používáme již mnoho let doutnavky (některé lze našroubovat do malých žárovkových objímek). Tak slabé světlo, pronikající dveřmi do ložnice, neovlivní ty, kteří spí.

Plnohodnotné osvětlení prostor, která nejsou opatřena okny (nebo kde je nutno okna zatemňovat) musí tedy sestávat ze tří systémů: denního, večerního (bez modré složky, do deseti luxů) a nočního, pro oči adaptované na tmu (do jedné setiny luxu).

6. Závěr

Aby domy byly zdravé, musí mít trojí osvětlení.

Doposud se hygienici starali jen o jedno z nich, náhradu denního světla. Je nejvyšší čas začít se starat o to, aby naša těla se svými vnitřními hodinami, takovým osvětlením už desítky let zmatená, mohla zase začít fungovat ve shodě se střídáním dne a noci v přírodě. Dobrou zprávou je, že toho lze docílit, aniž bychom večer či ráno neviděli na práci nebo zábavu, stačí svítit bez modré složky a dostatečně slabě. Každé světlo, které jde do očí zbytečně (např. přímo z lamp, jejichž detaily věru vidět nepotřebujeme) je po setmění nežádoucí. Vyhnete-li se mu, bude prostředí příjemnější, zdravější a ještě přitom ušetříme.

Je na místě připomenout, že lidé, hlavně ti starší, bývali dříve na silné světlo večer „alergičtí“, bývalo jim velmi nepříjemné, hlavně, když bylo výrazně bílé (s téměř tak vysokým podílem modré složky, jako má denní světlo). To býval a je asi také důvod nepopularity zářivky: svítí moc silně (pokud jde o odstín, mohou mít tentýž, jako mají obyčejné žárovky). Měli ti moudří lidé pravdu, nepříjemný pocit je zcela v souladu s tím, že v noční době jde o světlo toxické. Útulné večerní prostředí je jen tam, kde je světlo slabé, s malou nebo žádnou modrou složkou.

Docílíme-li kromě toho opět takové tmy na spaní, jaká byla před sto lety samozřejmostí, budeme spát kvalitněji. Budou-li součástí takového řešení automatické rolety, ozdraví se i noční prostředí kolem domů. Doplníme-li vnitřní prostory domů i třetí osvětlovací soustavou, napodobující přírodní noční krajinu, pak jimi v noci, se zrakem plně přizpůsobeným tmě, můžeme bezpečně projít, a přitom venku vidět dobře, aniž si tam rozsvítíme – dostatečně nám posvítí noční nebe, které, neoslnění, můžeme občas v klidu obdivovat.

Světlo nám může sloužit, aniž by škodilo. Nemusí už být v noci jedem, jakým dnes bohužel je [11]. Noc může být opět krásná a zdravá.

Literatura

1. HOLZER, P., BLINEDER, P., METZGER v. THÜLEN, CH. *Das Passivhaus im historischen Vergleich*. Přednáška, 9. Internationale Passivhaustagung 2005, Ludwigshafen, sborník 295-301.
2. BRAINARD, G.C., HANIFIN, J.P., GREESON, J.M., BYRNE, B., GLICKMAN, G., GERNER, G. et al. *Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor*. 2001, J. Neurosci. **21**(16), 6405-6412.
3. STEVENS, R.G. *Electric power use and breast cancer: A hypothesis*. 1987, American Journal of Epidemiology 125:556.
4. KLIUKIENE, J., TYNES, T., ANDERSEN, A. *Risk of breast cancer among Norwegian women with visual impairment*. Br J Cancer 2001; 84 (3): 397–399.
5. SCHERNHAMMER, E.S., LADEN, F., SPEIZER, F.E., WILLETT, W.C., HUNTER, D.J., KAWACHI, I. et al., *Rotating night shifts and risk of breast cancer in women participating in the Nurses' Health Study*. J Natl Cancer Inst 2001; 93: 1563–8.
6. WILEY, T.S., FORMBY, B. *Lights out: sleep, sugar and survival*. New York, NY, 2000: Pocket Books (Simon and Schuster).
7. VAN CAUTER, E., KNUTSON, K., LEPROULT, R., SPIEGEL, K. *The Impact of Sleep Deprivation on Hormones and Metabolism*. Medscape Neurology & Neurosurgery. 2005; 7 (1), <http://www.medscape.com/viewarticle/502825>
8. HOLLAN, J. (ed), *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy umělého osvětlování na živou přírodu na území České republiky*. 2004, Výzkumná zpráva VaV/740/3/03, dostupná na <http://amper.ped.muni.cz/noc>

9. HOLLAN, J. *Metabolism-influencing light: measurement by digital cameras*. Cancer and Rhythm, Graz 2004. http://amper.ped.muni.cz/noc/english/canc_rhythm/g_camer.pdf (poster)
10. HOLLAN, J. *Nejlepší okna se získají užitím rolet s nízkou emisivitou*. Poster, Pasivní domy 2005, Brno. Online v adresáři http://amper.ped.muni.cz/jenik/windows/ph_brno/
11. PAULEY, S.M. *Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue*. Medical Hypotheses (2004) **63**, 588–596. Online <http://www.darksky.org/links/pauleylhh.pdf>
12. STEVENS, R.G. *Lighting during the day and night: possible impact on risk of breast cancer*. Neuroendocrinol Lett 2002; 23 (Suppl 2): 57–60.
13. VONDRÁŠOVÁ, D., HÁJEK, I., ILLNEROVÁ, H. *Exposure to long summer days affects the human melatonin and cortisol rhythms*. Brain Res. 1997; 759: 166-170.
14. BERSON, D.M., DUNN, F.A., MOTOHARU, T. *Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock*. Science 2002; 295: 1070-3.