



VLIV REKONSTRUKCE OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ A DOPLŇKOVÉHO OSVĚTLENÍ NA MNOŽSTVÍ SVĚTLA V OBYTNÉ MÍSTNOSTI

Lenka Janečková¹⁾, Daniela Bošová²⁾

ABSTRACT

Daylight is a very important factor in humans for its healthy and fulfilling lives. Therefore we try to bring daylight into the interior to a sufficient extent and quality.

With decreasing the possibilities of new construction are currently being used in less attractive locations for the construction and much more likely to approach various types of reconstruction. The reconstruction is the replacement of window openings, insulation cladding, glazing balcony or balconies to build additional or supplemental lighting with light guides. These reconstructions surely help us with the energy savings for heating, but may also negatively affect the level of daylight in the interior.

ÚVOD

Denní osvětlení je pro člověka velmi důležitým faktorem pro zdravý a plnohodnotný život. Proto se snažíme denní osvětlení přivést do interiéru v dostatečné míře a kvalitě.

S klesajícími možnostmi nové výstavby jsou využívány v současné době i méně atraktivní místa pro výstavbu a mnohem častěji přistupujeme k různým druhům rekonstrukcí. Součástí těchto rekonstrukcí bývá výměna okenních otvorů, zateplení obvodového pláště, zasklení lodžii či dodatečné vybudování balkónů nebo doplňkového osvětlení pomocí světlovodů. Zmíněné rekonstrukce nám zcela jistě pomáhají s úsporou energie na vytápění, ale mohou i negativně ovlivnit úroveň denního osvětlení v interiéru. Z tohoto důvodu je ve zjednodušených modelech za předpokladu reálných okrajových podmínek a normových požadavků nastíněno, jak moc je úroveň činitele denního osvětlení ovlivňována již zmíněnými rekonstrukcemi.

¹⁾ Lenka Janečková, Ing., Fakulta stavební ČVUT v Praze, Thákurova 7/2077, Praha 6, 166 29

²⁾ Daniela Bošová, Ing., Ph.D., Fakulta stavební ČVUT v Praze, Thákurova 7/2077, Praha 6, 166 29



1. OKRAJOVÉ PARAMETRY OVLIVŇUJÍCÍ DENNÍ OSVĚTLENÍ

Základní sledované okrajové parametry ovlivňující množstevní kritérium denního osvětlení v interiéru resp. velikost celkového činitele denní osvětlenosti můžeme rozdělit do tří základních skupin a to: světelně technické vlastnosti stínících překážek, světelně technické vlastnosti osvětlovacích otvorů a světelně technické vlastnosti vnitřních prostorů. Tyto světelně technické vlastnosti byly sledovány vždy samostatně na základě pěti proměnných parametrů, které postupně reprezentovaly dílčí části rekonstrukce objektu.

Prvním sledovanou částí rekonstrukce je výměna oken, kdy kritériem je vliv neprůsvitných částí konstrukce okna (okenních ráků, příčlí), který se vyjadřuje jako podíl celkové plochy okenního otvoru ku čisté ploše zasklení. Tento jinak nazývaný „ztrátový“ činitel zahrnuje veškeré neprůsvitné části okenního otvoru, tzn. okenní rámy (pevné i pohyblivé), ale také případné příčle. Pro zjednodušení příčle ve výpočtu uvažovány nebyly, abychom se mohli zaměřit především na vliv okenního rámu jako proměnnou, který pro tuto studii představuje hlavní ztrátový činitel (proměnnou složku) pro celkový činitel denního osvětlení. [9]

Druhou sledovanou částí je zateplení fasády tj. zvětšení tloušťky ostění okna. Tím dojde ke zmenšení výseku výhledu z kontrolovaného místa do venkovního prostředí. Negativně je tak ovlivněna velikost oblohové i vnější odražené složky a v přímé závislosti i celkový činitel denního osvětlení.

Pokud dodatečně zasklíme lodžii, což bude sledovaná část rekonstrukce tří, dojde tak ke zmenšení světleného toku charakterizované činitelem prostupu světla τ_s [-], který je závislý na materiálu a počtu zasklívacích okenních tabulí.

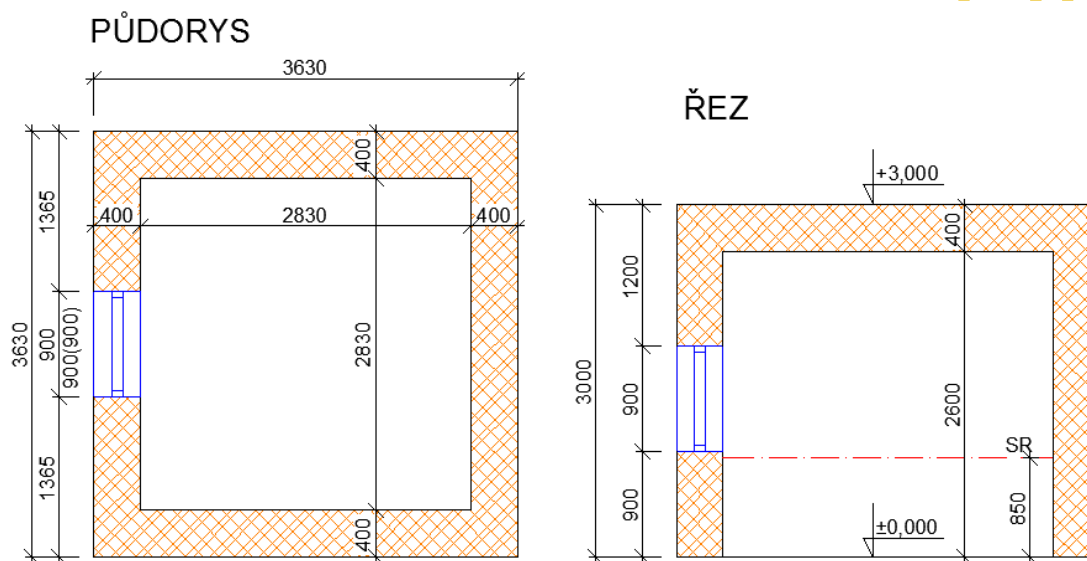
Čtvrtou sledovanou změnou je dodatečné vybudování balkónové konstrukce nad okenním otvorem. Tímto se nám opět zmenší výsek výhledu do venkovního prostoru. Konstrukce balkónu je brána jako vnější stínící prvek, který opět negativně ovlivní ze světelného hlediska vnitřní prostředí a sníží celkový činitel denního osvětlení.

Poslední pátou sledovanou změnou je dodatečné vybudování denního osvětlení pomocí světlovodů, kdy záměrem je zlepšení podmínek ve vnitřním prostředí. Tato jediná uvažovaná úprava zvyšuje úroveň denního osvětlení uvnitř místnosti.

2. POSUZOVANÁ MÍSTNOST

Pro posouzení denního osvětlení byla zvolena „jednotková místnost“, která svými půdorysnými rozměry a rozměry oken splňuje minimální požadavky pro obytnou místnost [1]. Místnost bude osvětlována přirozeným denním světlem pomocí okenního otvoru. Jeho plocha je navržena jako minimální tzn. 1/10 podlahové plochy místnosti, tento požadavek je sice udán [1] pro oslunění, ale chceme-li místnost uvažovat jako obytnou, musí být i tato podmínka také splněna.

Místnost jednotková splňuje minimální rozměry obytné místnosti – 8m², její rozměry jsou uvažovány 2,8 x 2,8 m se světlá výška 2,6 m. Rozměry okenního otvoru jsou 900 x 900 mm s výškou parapetu 900 mm. [9]



Obr. 1 Schematické znázornění posuzované místnosti

3. DENNÍ OSVĚTLENÍ POSUZOVANÉ MÍSTNOSTI

Základním srovnávacím kvantitativním kritériem pro posouzení denního světla je celkový činitel denní osvětlenosti D [%]:

$$D = D_s + D_e + D_i \quad (1)$$

kde: D_s [%]...oblohová složka
 D_e [%]...vnější odražená složka
 D_i [%]...vnitřní odražená složka [2].

Celkový činitel denního osvětlení je posuzován na srovnávací rovině, ve výšce 850 mm nad podlahou, za předpokladu zimní zatažené oblohy souvislou vrstvou mraků CIE [5] při tmavém terénu viz Tab. 1. Vybrané místnosti a okna byla posuzována pomocí počítačového programu Wdls 4.1.demo[6].

Do výpočtu byly zahrnuty tyto základní vstupní parametry [2]: střední činitel odrazu vnitřních povrchů $\rho_m = 0,5$, činitel odrazu okolního terénu $\rho = 0,1$ pro tmavý terén. Osvětlovací otvory jsou zaskleny čirým dvojsklem s činitelem prostupu světla okenními skly $\tau_{s,nor} = 0,846$ a rámem zabírající 25% celkové plochy okenního otvoru, kdy je $\tau_k = 0,75$. Činitel znečištění resp. jeho velikost byla zvolena pro vnitřní znečištění $\tau_{zi} = 0,95$ pro čistý interiér a pro vnější znečištění $\tau_{ze} = 0,9$ odpovídající průměrně znečištěné oblasti. Všechny místnosti byly posuzovány bez uvažování vnějších stínících překážek, tudíž $D_e = 0$. I kdyby bylo nějaké vnější stínění uvažováno, bylo by pro všechny modely konstantní.

4. VLIV UVAŽOVANÝCH ZMĚN NA ÚROVEŇ DENNÍHO OSVĚTLENÍ

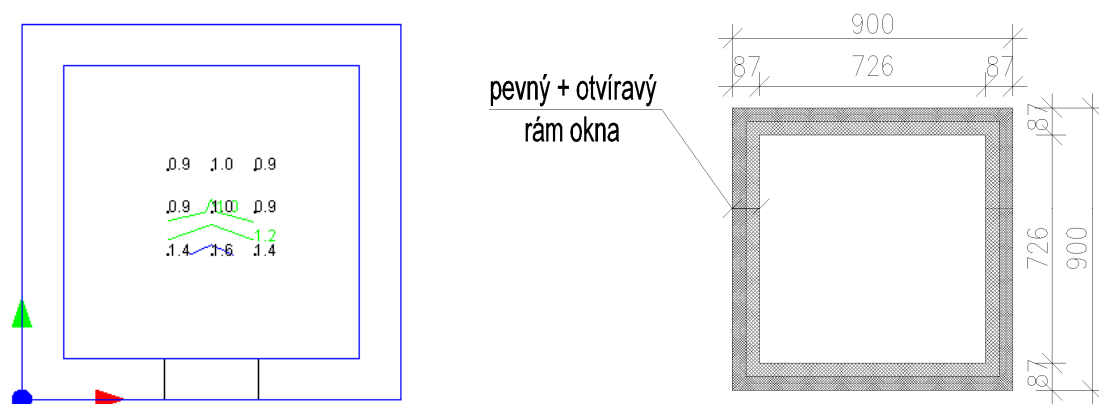
4.1. VÝMĚNA OKENNÍCH OTVORŮ

Výměna okenních otvorů s sebou přináší ve většině případů zvětšení tloušťky okenního rámu v porovnání se staršími typy okenních výplní. Tloušťka okenního rámu je zahrnuta do výpočtu pomocí činitele ztrát světla vlivem stínění neprůsvitnými konstrukcemi okenního otvoru. Tento číselník byl pro srovnání uvažován v rozmezí 10 – 50 % z plochy okenního otvoru a následně k tomu byly pro představu dopočítány odpovídající tloušťky rámu.

Hodnoty celkových číselníků denní osvětlenosti na srovnávací rovině jsou prezentovány v Tab. 1. Pro posouzení jsou nejdůležitější hodnoty celkového číselníku denní osvětlenosti D [%] ve dvou bodech, ve vzdálenosti 1 m od bočních stěn a v polovině hloubky místnosti, na které jsou dány normové požadavky [2].

Tabulka 1: Výsledné hodnoty D (%) pro různé tloušťky okenních rámu

podíl rámu	odpovídající tl. rámu	D_{min}	D_m	D_{max}	D_{1m} od zdi v 1/2 hl. místnosti
10%	23 mm	1,2%	1,5%	2,3%	1,3%
15%	35 mm	1,2%	1,5%	2,2%	1,2%
20%	48 mm	1,1%	1,4%	2,0%	1,1%
25%	60 mm	1,0%	1,3%	1,9%	1,0%
30%	74 mm	1,0%	1,2%	1,8%	1,0%
35%	87 mm	0,9%	1,1%	1,8%	0,9%
40%	102 mm	0,8%	1,0%	1,6%	0,8%
45%	116 mm	0,8%	0,9%	1,4%	0,8%
50%	132 mm	0,7%	0,9%	1,3%	0,7%



Obrázek 1: Grafické znázornění množství denního světla v interiéru a obrázek okna s odpovídající tloušťkou rámu – pro rám tvořící 35% plochy okenního otvoru [9]



4.2. ZATEPLENÍ FASÁDY

Zateplení fasády zvětšuje šířku ostění okenního otvoru, abychom zjistili, jak veliký má vliv tento parametr na množství denního světla posuzovaných kritických bodech, bylo ve výpočtu uvažováno s nosnou zdí tloušťky 300 mm a postupně byla přidávána tloušťka tepelné izolace od 0 do 250 mm.

Hodnoty celkových činitelů denní osvětlenosti na srovnávací rovině jsou prezentovány v Tab. 2.

Tabulka 2: Výsledné hodnoty D (%) pro různé tloušťky tepelné izolace

tl. zdiva	tl. tepelne izolace	D_{min}	D_m	D_{max}	D_{1m} od zdi v 1/2 hl. místnosti
300 mm	+ 50 mm	1,1%	1,4%	2,0%	1,2%
	+ 100 mm	1,0%	1,3%	1,9%	1,0%
	+150 mm	0,9%	1,1%	1,7%	0,9%
	+200 mm	0,8%	1,0%	1,4%	0,8%
	+250 mm	0,7%	0,9%	1,2%	0,8%

4.3. DODATEČNÉ ZASKLENÍ LODŽIE

Dodatečné zasklení lodžie ovlivňuje úroveň denního osvětlení uvnitř místnosti zmenšením světelného toku pomocí činitele prostupu světla τ_k , zohledňující materiál a množství zasklívacích okenních tabulí. Ve výpočtu bylo uvažováno nejběžnější osvětlení pomocí bočního osvětlovacího otvoru zaskleného čirým dvojsklem, před kterým se nachází lodžie nejprve bez zasklení, poté se zasklením čirým sklem a nakonec čirým dvojsklem. Dále bylo ještě vyměněno okno, které se zasklilo čirým trojsklem a lodžie nejprve dvojsklem a nakonec dokonce trojsklem.

Hodnoty celkových činitelů denní osvětlenosti na srovnávací rovině jsou prezentovány v Tab. 3.

Tabulka 3: Výsledné hodnoty D (%) pro různý typ zasklení okna a lodžie

zaklení okna	zasklení lodžie	počet čirých tabulek skla	D_{min}	D_m	D_{max}	D_{1m} od zdi v 1/2 hl. místnosti
dvosjklo	bez zasklení	2	1,0%	1,3%	1,9%	1,0%
dvosjklo	čiré sklo	3	0,9%	1,2%	1,8%	1,0%
dvosjklo	dvosjklo	4	0,9%	1,1%	1,8%	0,9%
trojsko	dvosjklo	5	0,8%	1,0%	1,5%	0,8%
trojklo	trojklo	6	0,7%	0,9%	1,4%	0,7%



4.4. DODATEČNÉ VYBUDOVÁNÍ BALKÓNU

Dodatečné vybudování balkónu nad posuzovanou místností má za následek snížení úrovně denního osvětlení kvůli nové vnější překážce, která zmenší výsek výhledu na oblohu z kontrolovaného bodu. Pro výpočet bylo uvažováno vyložení balkónu od 500 mm do 2500 mm nad posuzovaným okenním otvorem s délkou zalicovanou s ostěními posuzovaného okna. I zde byla posuzována změna úrovně denního osvětlení ve sledované místnosti.

Hodnoty celkových činitelů denní osvětlenosti na srovnávací rovině jsou prezentovány v Tab. 4.

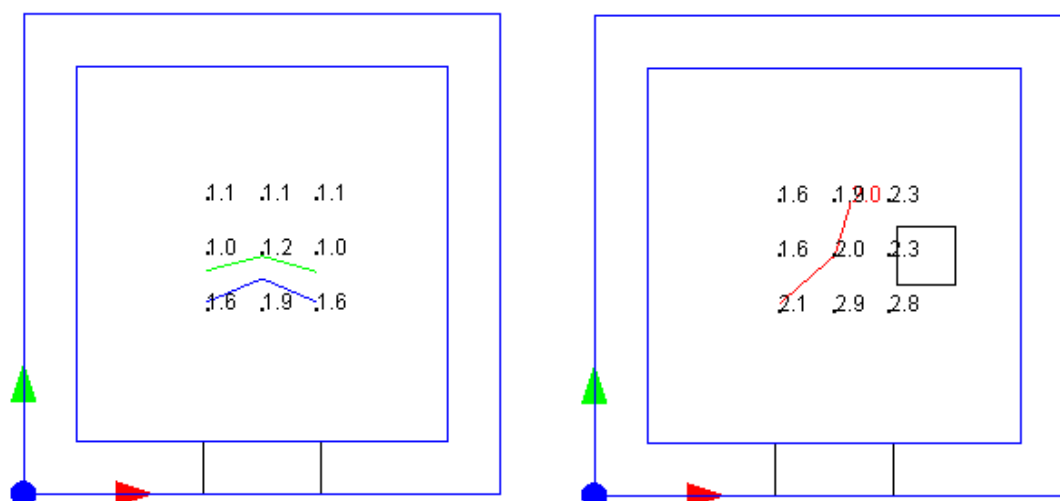
Tabulka 4: Výsledné hodnoty D (%) pro různé vyložení balkónu

vyložení balkónu	D_{\min}	D_m	D_{\max}	D_{1m} od zdi v 1/2 hl. místnosti
500 mm	1,0%	1,3%	1,9%	1,0%
1000 mm	0,9%	1,1%	1,7%	0,9%
1500 mm	0,9%	1,0%	1,3%	0,9%
2000 mm	0,7%	0,9%	1,2%	0,8%
2500 mm	0,6%	0,7%	0,8%	0,6%

4.5. DODATEČNÉ VYBUDOVANÉ DENNÍ OSVĚTLENÍ

Snahou rekonstrukcí je snížení energetické náročnosti bytu či bytového objektu jako celku. Proto maximální využití denního osvětlení na úkor osvětlení umělého může mít na tuto energetickou náročnost nemalý vliv. Z tohoto důvodu bylo do sledovaných změn vlivem rekonstrukce zahrnuto i dodatečné vybudování osvětlení – světlovodů. Toto osvětlení může být uvažováno nejen jako jediné v neosvětlitelných prostorách jako jsou chodby, schodišťové prostory či prostory suterénní, ale v našem případě především jako osvětlení doplňkové, které dopomůže vytvořit požadované prostředí pro určené zrakové činnosti. Využití tohoto osvětlení jako jediného zdroje denního světla v obytných místnostech není žádoucí z důvodu nemožnosti kontaktu s vnějším prostředím a dále jeho lokálním účinkem z hlediska rovnoměrnosti rozložení denního světla v interiéru. Oproti výše uvedeným úpravám je tato jedinou, díky které dojde ke zvýšení hodnoty činitele denní osvětlenosti a tím ke zkvalitnění vnitřního prostředí.

Vliv světlovodu na množství a rozložení denního světla v interiéru je patrný z „modelové místnosti“ na Obr.2. Srovnány jsou výsledky, kde je nejprve posouzena situace bez dodatečného osvětlení a poté se světlovodem o průměru 250 mm a délce 400 mm. Tento byl záměrně excentricky umístěn do poloviny hloubky „modelové“ místnosti 500 mm od boční zdi, aby výsledky byly z hlediska lokálního nárůstu celkového činitele denní osvětlenosti vypovídající a názorné.



Obrázek 2: Rozložení denního osvětlení v „modelové místnosti a) bez použití světlovodu b) s použitím světlovodu o průměru 250 mm a délky 400 mm v polovině hloubky místnosti 500 mm od boční zdi.

Výsledek prokazuje lokálnost tohoto způsobu denního osvětlení, jelikož po zabudování světlovodu se denní osvětlení zvětšilo především v místech nacházejících se přímo pod světlovodem a to v řádu celých procent celkového činitele denní osvětlenosti. Se vzdáleností od světlovodu přírůstek denního osvětlení razantně klesá. Nárůst v okolních bodech je pak v řádu pouze desetiny procenta, v tomto případě by se dalo diskutovat o postřehnutelnosti nárůstu denního světla okem. Z toho vychází i vhodnost jeho využití pro doplňkové lokální dosvětlování přirozeným denním světlem.

5. ZÁVĚR

Na denní osvětlení uvnitř interiérů působí mnoho vnějších i vnitřních faktorů, které ho bezpochyby více či méně ovlivňují. Rekonstrukce obvodového pláště objektu představuje mnoho převážně vnějších změn, které se odrážejí na kvalitě světelné technického vnitřního prostředí. Výměna oken resp. vliv tloušťky rámu okna je patrný z výsledků. Hodnota činitele denního osvětlení se pohybuje od 1,3% do 0,7%. Při překročení hranice 35% podílu rámu na čisté ploše zasklení se posuzovaná místnost z hlediska denního světla stává nevyhovující. Nemalý vliv má také zateplení fasády respektive změna tloušťky ostění. Hodnoty D [%] jsou v rozmezí 1,1% - 0,7%. Zde je hranice vyhovujícího vnitřního prostředí při zateplení do 150 mm. Pokud se dodatečně rozhodneme zasklít lodžii, musíme počítat také se změnou úrovně denního osvětlení. Činitel denního osvětlení pak klesá z hodnoty od 1,0% do 0,7%. Při dodatečně vybudovaném balkónu musíme zohlednit především místnosti nacházející se pod navrhovaným balkónem. Z ohledem na jeho délku vyložení pak klesá úroveň denního osvětlení od 1,0% do 0,6%. Za limitní vyložení lze v našem případě pokládat 1500 mm. Jedinou pozitivní změnou z hlediska denního osvětlení je dodatečně vybudované přisvětlení světlovodem, které jako jediné posune hodnoty celkového činitele denní osvětlenosti vzhůru, ovšem pouze lokálně. Je nutné předeslat, že všechny tyto dílčí

PORUCHY A OBNOVA OBALOVÝCH KONŠTRUKCIÍ BUDOV

07.- 09. 3.2012 • Hotel PERMON - Podbanské • Vysoké Tatry - SLOVAKIA



úpravy byly posuzovány jednotlivě, tudíž závislost je lineárně klesající. V případě kombinace jednotlivých úprav ovšem dojde ke strmějšímu klesání, tudíž hraniční hodnoty poté budou nutně posunuty.

Z modelových situací je vidět, že i klasické rekonstrukce běžně prováděné mají nemalý význam na osvětlení interiérů přirozeným denním světlem, proto je vždy dobré se před jejich uskutečněním ujistit, že současné hodnoty denního osvětlení nejsou na spodní úrovni normových požadavků pro příslušnou zřakovou činnost konanou v interiéru a navrhovaná změna nám pak zasaženou místnost neznehodnotí.

6. CITÁCIE, ČÍSLOVANIE A POČET STRÁN PRÍSPEVKU

- [1] ČSN 73 4301:2004 + Z1: 2005 Obytné budovy
- [2] ČSN 73 0580-1: 2007 Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky
- [3] ČSN 73 0580-2: 2007 Denní osvětlení budov. Část 2: Denní osvětlení obytných budov
- [4] WEIGLOVÁ, J., BEDLOVIČOVÁ, D., KAŇKA, J., *Stavební fyzika 1- Denní osvětlení a oslunění budov*. 1.vydání, Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03392-9
- [5] CIE 173:2006 Tubular Daylight Guidance Systems. ISBN 978 3 901906 49 7
- [6] WDLS - *ASTRA MS Software s.r.o.* [online]. 2011 [cit. 2011-09-14]. Demoverze. Dostupné z WWW: <<http://www.astrasw.cz/>>.
- [7] JANEČKOVÁ, L., BOŠOVÁ, D., *Komparativní analýza okenních otvorů z hlediska účinnosti poskytování denního osvětlení*, In: *Otvorové výplně stavebních konstrukcí 2011*. Hradec Králové: Stavokonzult, 2011, s. 67-70.
- [8] JANEČKOVÁ, L., BOŠOVÁ, D., *Vliv umístění a velikosti okenního otvoru na množství a kvalitu osvětlenosti interiéru*, In: *Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference CzechSTAV 2011 Inovace ve stavebnictví (Innovation in Building Construction) [CD-ROM]*. Hradec Králové: Magnanimitas, 2011, s. 91-97. ISBN 978-80-904877-5-8.
- [9] Janečková, L. - Bošová, D.: *Problematika denního osvětlení: Vliv okenního rámu na úroveň denního osvětlení*. In *Dřevěná okna, dveře, schody 2012*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012, s. 37-41. ISBN 978-80-7375-599-7.