

Štúdiá denného osvetlenia učebne v prístavbe základnej školy

Ing. Miroslav Fabian^{*)},
Stavebná fakulta STU Bratislava

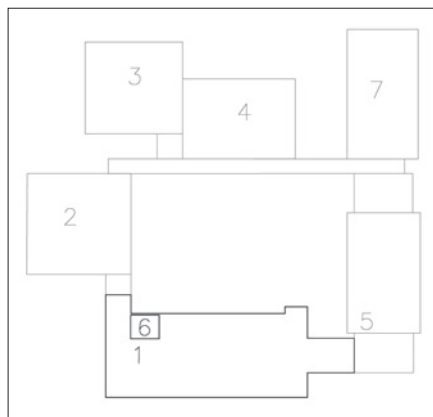
Úvod

V projektovej fáze je pri hodnotení denného osvetlenia v budovách veľmi dôležité zohľadniť kritérium činiteľa denného osvetlenia D . Na jeho určenie sa používa viac metód. V tomto prípade bol použitý osobný počítač a výkonný softvér.

1. Zásady riešenia

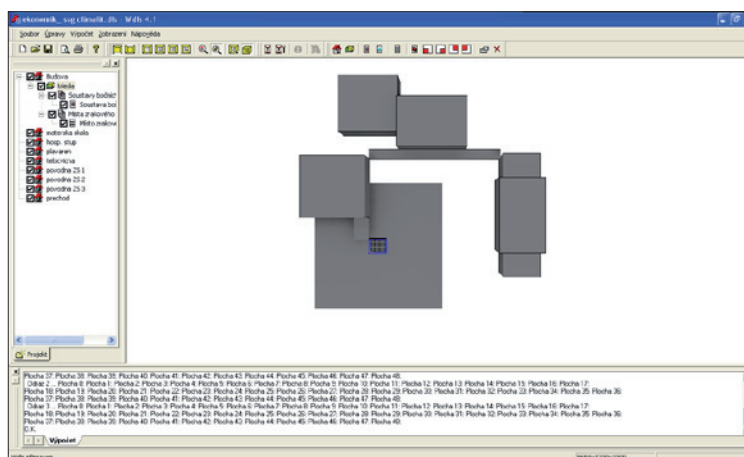
Činiteľ denného osvetlenia je pomer denného osvetlenia v danom bode roviny k súčasnej zrovnávacej osvetlenosti vonkajšej nezastienenej vodorovnej roviny pri rovnomernej zamračkenej oblohe. Priame slnečné svetlo je z týchto osvetleností vylúčené. Hodnota činiteľa denného osvetlenia sa udáva v percentách [1], skladá sa z troch zložiek – oblohovej D_s (%), vnútornej odrazenej D_i (%) a vonkajšej odrazenej D_e (%). Výsledná hodnota je súčtom všetkých troch zložiek:

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

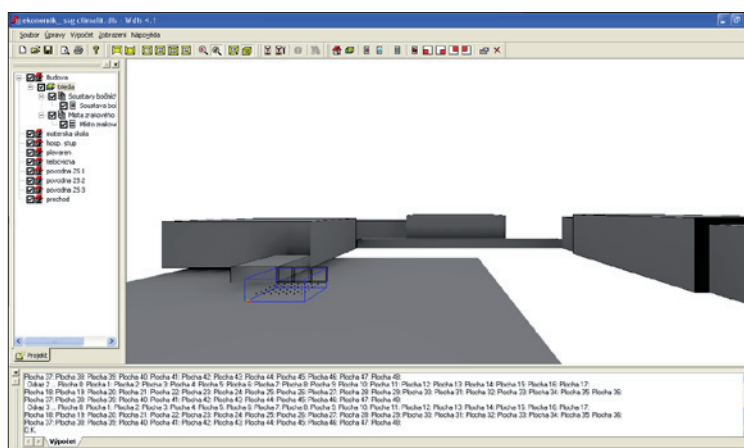


Obr. 1. Situácia pre výpočet denného osvetlenia: 1 – posudzovaná budova prístavby II. stupňa, 2 – materská škola, 3 – telocvičňa, 4 – plaváreň, 5 – existujúca budova základnej školy, 6 – posudzovaná kmeňová učebňa, 7 – betónové ihrisko

Slovenská norma STN 73 0580 stanovuje, že na výpočet D sa uvažuje úplne a rovnomerne zamračená obloha – CIE. Taktiež udáva, podľa charakteru činností v danom priestore, aké minimálne hodnoty D musia byť garantované na každej pracovnej ploche. V opísanom prípade ide



Obr. 2. Situácia



Obr. 3. Pohľad na učebňu a budovy v jej okolí

o skupinu zrakových činností IV a norma požaduje minimálnu hodnotu D t.j. 1,5 %.

Hodnotenie denného osvetlenia sa vyžaduje v priestoroch s trvalým pobytom ľudí. Z hľadiska denného osvetlenia je učebňa posudzovaná práve ako priestor pre trvalý pobyt ľudí [2]. V klasických školských stavbách na našom území sa pre kmeňové učebne spravidla volí jednostranne bočné osvetlenie. Bežne sa navrhujú okná s čírym zasklením. Prezentovaná štúdiá hovorí o vplyve rôzneho typu zasklenia a rámov. Pre účely štúdie bol použitý projekt obsahujúci prístavbu druhého stupňa základnej školy. V ďalšej fáze projektu sa počíta s dobudovaním materskej školy, telocvične a plavárne, a tým s vytvorením kompaktného školského areálu (obr. 1). Ďalšie budovy v okolí nebudú tieniť učebne prístavby,

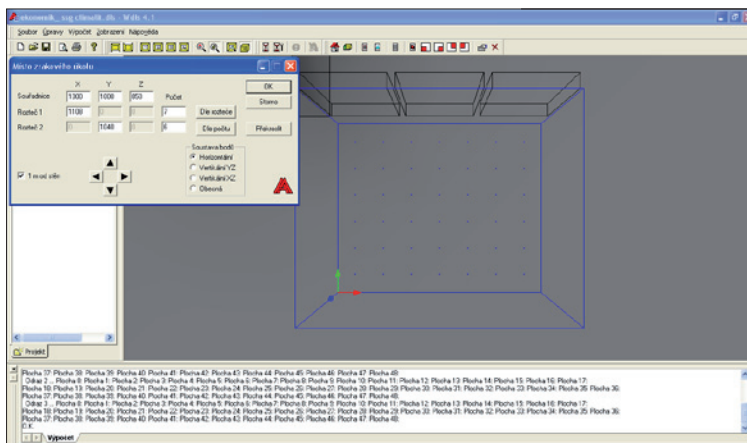
nakoľko sa nachádzajú vo veľkej vzdialenosti. V posudzovanej prístavbe bola pre hodnotenie dennej osvetlenosti zvolená referenčná učebňa s najnepriaznivejším umiestnením vzhľadom k okolitej plánovanej výstavbe, t.j. v kúte dvora.

2. Typologické a konštrukčné požiadavky

Samotný projekt základnej školy musí vyhovovať súčasne platným vyhláškam na území Slovenskej republiky. Pri navrhovaní posudzovanej učebne treba zohľadniť najmä:

- Najvyšší počet žiakov v triede piateho až deviateho ročníka, ktorý je 28 [3].
- Najmenšiu svetlú výšku miestností a priestorov, ktorá musí byť 3 300 mm v základnej, strednej, vyššej a špeciálnej škole. Pri dodržaní všetkých pod-

^{*)} Autor tento článok spracoval ako časť diplomovej práce pod vedením prof. Ing. Antona Puškára, PhD., Stavebná fakulta STU Bratislava.



Obr. 4. Pohľad do posudzovanej učebne s bočným presvetľovacím systémom

Salamander Evolution + zasklenie SSG Climalit 4-16-4 mm, $U_g = 3,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, priestup svetla $\tau = 82 \%$, $g = 78 \%$.

4 variant: Plastové okno Salamander Evolution + zasklenie SSG Climatop® LUX 4-12-4-12-4 mm, $U_g = \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, prestup svetla $\tau = 73 \%$, $g = 62 \%$.

4.1 Vstupné parametre pre výpočet dennej osvetlenosti

Činitele odrazu vnútorných plôch stien boli vypočítané ako vážený priemer činiteľov odrazu svetla jednotlivých čiastkových plôch, výsledné hodnoty činiteľa odrazu sú uvedené v tab. 1.

Tab. 1. Hodnoty činiteľov odrazu svetla vnútorných stien učebne

Popis	Činiteľ odrazu svetla ρ
okenná stena	0,36
stena s tabuľou	0,54
zadná stena	0,56
bočná stena	0,60

mienok denného osvetlenia na pracovnú plochu možno zmeniť svetlú výšku na 3 000 mm, ak je dodržaný objem vzduchu $5,3 \text{ m}^3$ na jedného žiaka.

- Okenný záklenok, ktorý tieni dennému svetlu pri vnikaní do interiéru, a ktorý musí byť čo najmenší. Okenný parapet hlavných osvetľovacích okien musí byť taký vysoký, aby spodná časť skla v okne nebola vyššie ako oko sediaceho. Medziokenný stĺp, ktorý svojou šírkou nepriaznivo ovplyvňuje osvetlenie výučbového priestoru, môže byť široký najviac 400 mm [4].

- Konštrukciu osvetľovacích otvorov, druh a farbu ich výplne, ako aj sklon roviny zasklenia, ktoré musia byť riešené tak, aby nedochádzalo k zníženiu zrakovej pohody. Pri dlhodobom pobyte ľudí je požadované zasklenie s činiteľom prestupu svetla v smere normály najmenej 0,6. Pri náročných zrakových činnostiach sa použije zasklenie s indexom podania farieb najmenej 95 [5].

Tieto požiadavky projektant zohľadnil pri vypracovávaní návrhu geometrie učebne takto: dĺžka miestnosti 8 650 mm, šírka miestnosti 7 200 mm, výška miestnosti (spodná hrana akustického podhľadu) 3 300 mm, rozmery okna: 2 650 mm × 2 400 mm, výška parapetu 900 mm. V každej učebni sú umiestnené tri okná.

3. Popis objektov

Budova prístavby základnej školy je navrhnutá v nepravidelnom tvare. Má tri podlažia, z toho dve nadzemné a jedno podzemné. Vyučovací proces bude prebiehať zväčša v 1. NP a 2. NP. Krčky prepojujúce jednotlivé budovy budú jednopodlažné. Výskopisné zameranie pozemku je napojené na výškopisný systém Balt po vyrovnaní. Posudzovaná učebňa sa nachádza na 1. NP, ktoré je na úrovni 0,000 s výškou 138,67 m. n. m. Výška zrovnávacej roviny bola zvolená 850 mm nad podlahou učebne v úrovni 139,52 m. n. m. Z projektovej dokumentácie (obr. 1)

byli prevzaté výšky okolitých tieniacich prekážok nasledovne: výška atiky materskej školy – nová budova (2) 149,43 m n. m., výška atiky plavárň – nová budova (4) 147,92 m n. m., výška atiky telocvičňa – nová budova (3) 150,19 m n. m., výška hrebeňa pôvodnej školy – pôvodná budova (5) 149,72 m n. m. a 150,72 m n. m.

4. Metóda hodnotenia dennej osvetlenosti v učebni

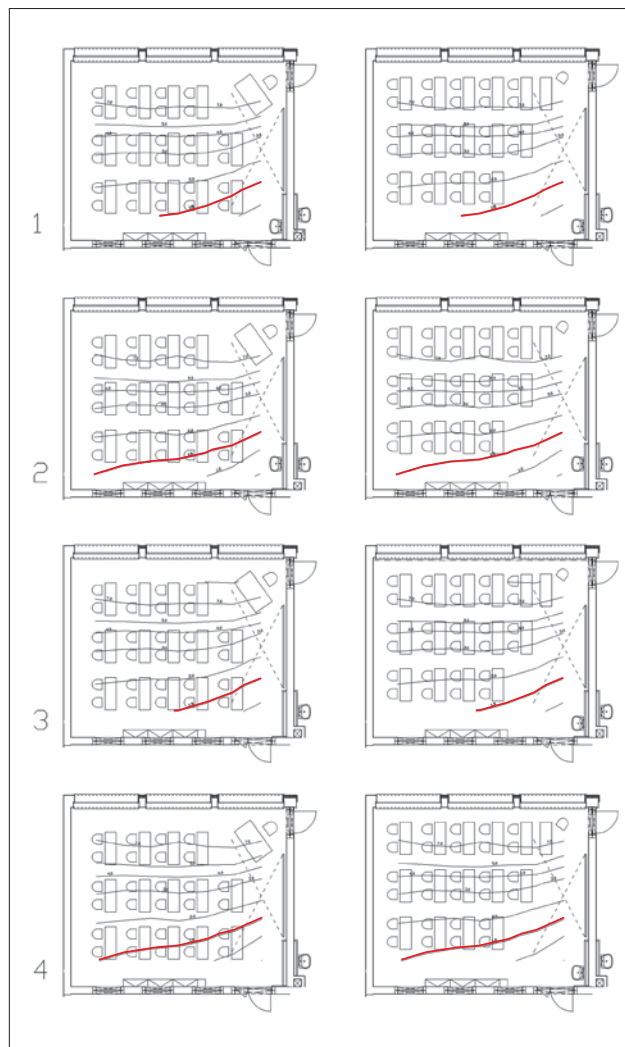
Posúdenie dennej osvetlenosti bolo robené výpočtovou metódou pomocou programu WDLS 4.1 od spoločnosti Astra 92 a. s. [6].

Celkovo boli posudzované štyri varianty osvetľovacieho systému:

1. variant: Osvetľovací systém z drevených okien Euro 88 Ekonomik – energetická trieda A + zasklenie SSG Climalit 4-16-4 mm, súčiniteľ prechodu tepla zasklením $U_g = 3,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, činiteľ prestupu svetla $\tau = 82 \%$, celková priepustnosť solárnej energie zasklením $g = 78 \%$.

2. variant: Drevené okno Euro 88 Ekonomik – energetická trieda A + zasklenie SSG Climatop® LUX 4-12-4-12-4 mm, $U_g = 0,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, prestup svetla $\tau = 73 \%$, $g = 62 \%$.

3. variant: Osvetľovací systém je vytvorený z plastových okien



Obr. 5. Výstupy izofot pre všetky varianty, pôvodné riešenie nábytku podľa typológie (ľavá strana), výsledné riešenie rozmiestnenia nábytku (pravá strana), červenou čiarou $D = 1,5 \%$

Do výpočtu boli priemerné hodnoty činiteľov odrazu stropu, podlahy, terénu a okolitých budov zistené z STN 73 0580 (tab. 2).

Koeficient konštrukcie otvoru τ_k bol vypočítaný pre každé okno samostatne podľa vzťahu (2)

$$\tau_k = S_s / S_e \quad (2)$$

- Salamander Evolution: plocha zasklenia $S_s = 4,972 \text{ m}^2$, celková plocha osvetľovacieho otvoru $S_e = 6,360 \text{ m}^2$, $\tau_{k1} = 0,781$,
- Euro 88 Ekonomik: plocha zasklenia $S_s = 4,901 \text{ m}^2$, celková plocha osvetľovacieho otvoru $S_e = 6,360 \text{ m}^2$, $\tau_{k2} = 0,771$.

Program WDLs umožňuje nielen zisťovať dáta a ich vyhodnocovať, ale aj kontrolu v čiastkových bodoch výpočtu. Na obr. 2 je znázornená celková situácia vy-modelovaná v tomto programe. Na obr. 3 je prezentovaný pohľad na modelovanú situáciu s následnou možnosťou kontroly správnosti zadaných výškových vstupných dát. Na obr. 4 možno vidieť geometriu učebne a sieť posudzovaných bodov na pracovnej/zrovnávacej rovine.

5. Výsledky

Po vyhodnotení všetkých výstupov a rozloženia osvetlenosti v učebni boli získané nasledujúce výsledky (obr. 5).

Varianta 1: Bolo použité drevené okno a izolačné dvojsklo s činiteľom prestupu svetla $\tau = 82 \%$. Pri klasickom rozložení nábytku podľa typológie a v danom priestore činiteľ denného osvetlenia 1,5 % nie je možné garantovať pre všetkých žiakov a posudzované lavice. Úpravou typológie

Tab. 2. Hodnoty činiteľa odrazu svetla

Popis	Činiteľ odrazu svetla ρ
strop	0,8
podlaha	0,2
terén	0,2
okolité budovy	0,2

učebne možno garantovať hodnoty činiteľa denného osvetlenia pre všetky plochy lavice a všetkých žiakov.

Varianta 2: V tomto variante bolo použité drevené okno a izolačné trojsklo s činiteľom prestupu svetla $\tau = 73 \%$. V klasickom rozložení nábytku v priestore nie je možné garantovať pre všetkých žiakov a lavice činiteľ denného osvetlenia 1,5 %. Po úprave typológie učebne činiteľ denného osvetlenia už možno zabezpečiť pre všetky lavice a všetkých žiakov.

Varianta 3: Bolo použité plastové okno a izolačné dvojsklo s činiteľom prestupu svetla $\tau = 82 \%$. Pri rozložení lavíc podľa typológie a v danom priestore nie je možné garantovať pre všetkých žiakov a lavice činiteľ denného osvetlenia 1,5 %. Po úprave typológie učebne činiteľ denného

osvetlenia už možno zabezpečiť pre všetky lavice a všetkých žiakov.

Varianta 4: Bolo použité plastové okno a izolačné trojsklo s činiteľom prestupu svetla $\tau = 73 \%$. Tento variant preukázal nevyhovujúce výsledky. V klasickom rozložení nábytku podľa typológie a v danom priestore nie je možné garantovať pre všetkých žiakov a lavice činiteľ denného osvetlenia 1,5 %. Ani po úprave typológie učebne činiteľ denného osvetlenia nie je možné zabezpečiť pre všetky lavice a všetkých žiakov. Riešením môže byť použitie svetlejších farieb v interiéri.

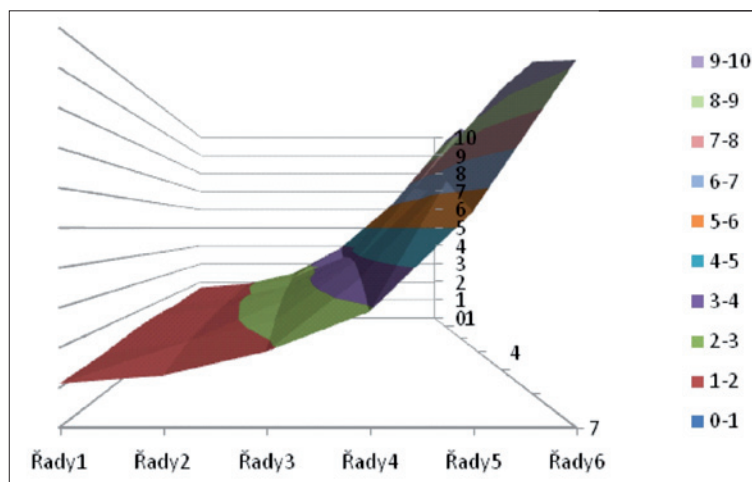
Záver

Zo získaných výsledkov posúdenia všetkých štyroch variantov bol zvolený variant 2 ako najvhodnejší z viacerých dôvodov. Činiteľ denného osvetlenia 1,5 % bude garantovaný pre všetkých

si systém zasklenia a okenných profilov. V štyroch variantoch bol ukázaný význam takéhoto výpočtu. Ani v jednom variante nebol pri rozmiestnení nábytku podľa štandardných typologických zásad zabezpečený požadovaný činiteľ denného osvetlenia D pre každého žiaka. Vhodne zvolenou úpravou rozmiestnenia, avšak s rešpektovaním typologických požiadaviek daného typu priestoru bol v troch zo štyroch variantov D garanovaný pre všetkých študentov. V takomto priestore je predpoklad na príjemné štúdium a zrakovú pohodu, ktorá je nesmierne dôležitá najmä pri mladom oku.

Literatúra:

- [1] STN 73 0580-1 *Denné osvetlenie budov, časť 1 – Základné požiadavky.*
- [2] 259/2008 *Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov*



Obr. 6. Priebek činiteľa denného osvetlenia D (%) v druhej variante

žiakov v učebni. Na obr. 6 je zobrazený priebeh D po šírke miestnosti. Je zvolené drevené okno Euro 88 Ekonomik – energetická trieda A, vzhľadom na to, že ma prírodnú drevenú farbu a aj pôvodná budova základnej školy má drevené otvorové konštrukcie. Zasklenie SGG Climatop® Lux 4-12-4-12-4 mm, $U_g = 0,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, priestup svetla $T_1 = 73 \%$, $g = 62$, ktoré má síce horšie optické vlastnosti ako zasklenie SSG Climalit 4-16-4 mm, $U_g = 3,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, prestup svetla $T_1 = 82 \%$, $g = 78 \%$, ale výrazne lepšie tepelnotechnické vlastnosti, ktoré sa budú spolupodieľať na vytváraní tepelnej pohody v učebniach a celkovej energetickej spotrebe prístavby.

Zhrnutie

Mladé detské oko je zvlášť citlivé na prírodné svetlo. Preto je obzvlášť dôležité pri vypracovávaní návrhu priestoru brať na zreteľ pohodu užívateľov. Nestačí iba do priestoru jednoducho zvoliť rozmiestnenie nábytku v pracovisku a vybrať

a o minimálnych požiadavkách na byty nižšieho štandardu a na ubytovacie zariadenia.

- [3] 320/2008 *Vyhláška Ministerstva školstva Slovenskej republiky z 23. júla 2008 o základnej škole.*
- [4] 532/2002 *Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 8. júla 2002, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o všeobecných technických požiadavkách na výstavbu a o všeobecných technických požiadavkách na stavby užívané osobami s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie.*
- [5] 541/2007 *Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky zo 16. augusta 2007 o podrobnostiach o požiadavkách na osvetlenie pri práci.*
- [6] www.astra92.cz

miroslav.fabian@gmail.com

Podakovanie

Chcem vyjadriť podakovanie za konzultácie Ing. Stanislavovi Darulovi, CSc., z Ústavu stavebníctva a architektúry SAV, ktorá sa uskutočnila v rámci projektu APVV SK CZ-00 15-09.