



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

BYTOVÝ DŮM V BOSKOVICÍCH

APARTMENT BUILDING IN BOSKOVICE

D.1.4.06 – STAVEBNÍ FYZIKA – PŘÍLOHA 5

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Ludvík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MILOSLAV NOVOTNÝ, CSc.

BRNO 2019

Obsah

Posouzení z hlediska osvětlení a proslunění.....	3
1.1. Doba proslunění	3
1.2. Diagram proslunění	5
1.3. Závěr	5
1.4. Činitel denní osvětlenosti	6
1.5. Závěr	12

Posouzení z hlediska osvětlení a proslunění

1.1. Doba proslunění

Postup:

1. Výpočet výšky slunce nad horizontem

h0 a azimutu A0 pro místní sluneční čas.
$$h0 = \arcsin (\sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau)$$
$$\varphi$$
 - zeměpisná šířka, 50°
$$\delta$$
 - deklinace Slunce
$$\tau$$
 - hodinový úhel
$$\tau = 15 \cdot | \text{PSC} - 12 |$$
$$A0 = \arcsin [(\cos \delta \cdot \sin \tau) / \cos h0]$$
2. DIAGRAM ZASTÍNĚNÍ - Zakreslení polopřímek, které jsou dány azimutem A0 v jednotlivých hodinách mezi 7 a 17 hodinou.
$$S = S1 + C$$
$$C = (24^{\circ}50' - \lambda) / 1,34$$
$$S$$
 - sever
$$C$$
 - meridiánová konvergence
$$\lambda$$
 - zeměpisná délka
3. Výpočet hodnot minimálních vzdáleností O nezastiňujících překážek, různých převýšení ve směrech daných azimutem Slunce.

$$O = H \cdot \cotg h0 \text{ [m]}$$
 H - výška stínící budovy nad bodem P
4. Vynesení minimálních vzdáleností O od bodu BO1 (od počátku diagramu).
5. Vykreslení křivek minimálních vzdáleností překážek pro převýšení H.
6. Zakreslení situace - posuzovaný objekt včetně okolních zastiňujících překážek.
7. Vymezení krajních směrů účinného záření, úhlů daných obrysem těch překážek, které leží mezi počátkem diagramu a křivkou minimálních vzdáleností, odpovídajících jejich převýšení.
8. Sečtení dob, kdy je posuzovaný objekt osluněn.
9. Vyhodnocení doby insolace.

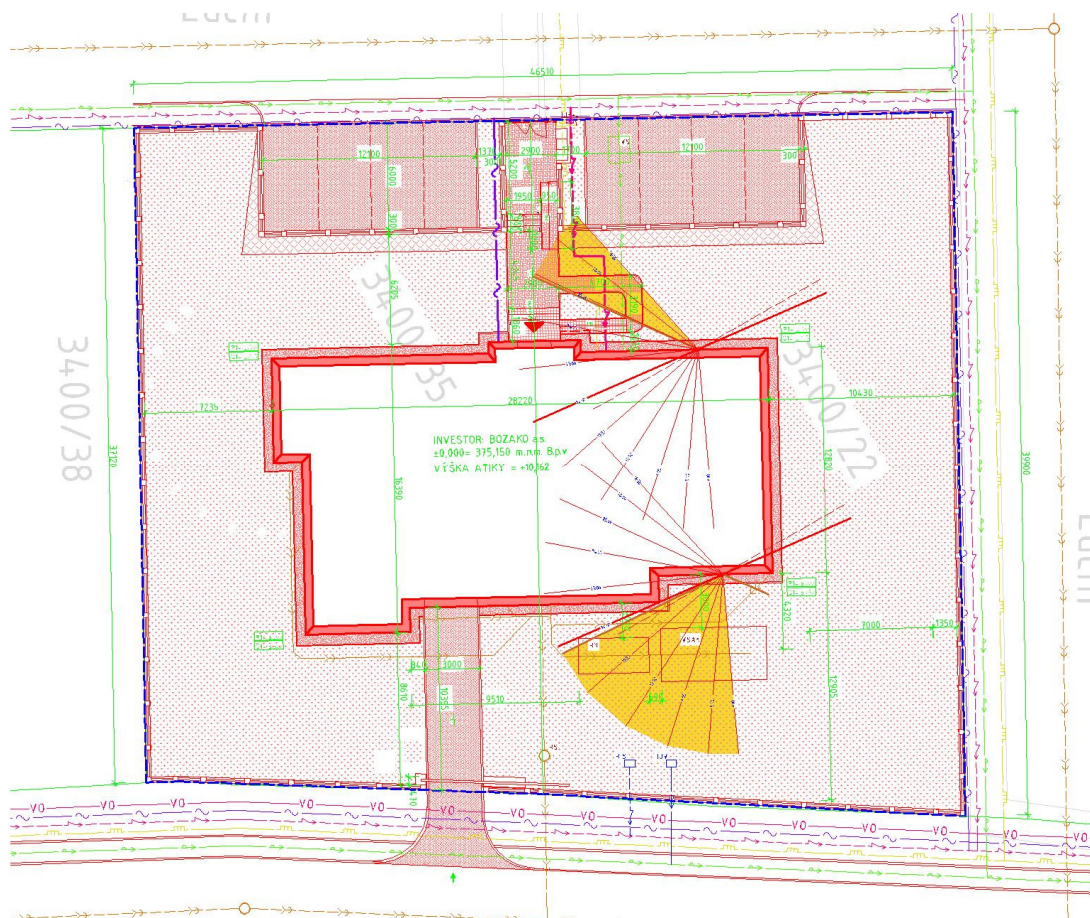
VÝPOČET pro den 1.3. pro 13. hodinu

1.
$$C = (24^{\circ}50' - \lambda) / 1,34 = (24^{\circ}50' - 16^{\circ}38') / 1,34 = 6,11^{\circ}$$
2.
$$\delta = 23,45^{\circ} \cdot \sin (0,98^{\circ} \cdot D + 29,7^{\circ} \cdot M - 109^{\circ}) = 23,45^{\circ} \cdot \sin (0,98^{\circ} \cdot 1 + 29,7^{\circ} \cdot 9 - 109^{\circ}) = -7,60^{\circ}$$

3. $\tau_{13} = 15 \cdot |PSC - 12| = 15 \cdot |13 - 12| = 15^\circ$
4. $\sinh_{13} = \sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\tau_{13}$
 $\sinh_{13} = \sin(50^\circ) \cdot \sin(-19,35^\circ) + \cos(50^\circ) \cdot \cos(-19,35^\circ) \cdot \cos(15^\circ) = 19,39^\circ$
 $0,3319$
5. $h_{max} = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 50^\circ - 19,35^\circ = 20,65^\circ$
6. $\cos A_{13} = (\sin\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\tau_{13} - \cos\varphi \cdot \sin\delta) / \cosh_{13} =$
 $=(\sin(50^\circ) \cdot \cos(-19,35^\circ) \cdot \cos(15^\circ) - \cos(50^\circ) \cdot \sin(-19,35^\circ) / \cos(20,65^\circ) =$
 $=0,965 = 15,16^\circ$

		PSC [h]										
		16:50	16:00	15:00	14:00	13:00	12:00	11:00	10:00	9:00	8:00	7:10
		16,8	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7,2
τ	[°]	72	60	45	30	15	0	-15	-30	-45	-60	-72
h	[rad]	0,10	0,22	0,36	0,47	0,54	0,57	0,54	0,47	0,36	0,22	0,10
	[°]	5,48	12,55	20,44	26,77	30,94	32,40	30,94	26,77	20,44	12,55	5,48
hmax	[°]	32,40										
A	[rad]	1,24	1,07	0,84	0,59	0,30	0	-0,30	-0,59	-0,84	-1,07	-1,24
	[°]	71,27	61,57	48,41	33,72	17,4	0	-17,4	-33,72	-48,41	-61,57	-71,27

1.2. Diagram proslunění



1.3. Závěr

Dle normy ČSN 73 0580 – 1, kritická bytová jednotka splňuje požadavek na minimální proslunění v délce 90 minut na proslunění nejméně 1/3 součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností. Z toho lze předpokládat, že i ostatní obytné místnosti v bytovém domě tento požadavek splní.

1.4. Činitel denní osvětlenosti

Postup výpočtu:

1. Vyneseme půdorys posuzované místnosti spolu s posuzovanými body.
2. Spojíme posuzovaný bod s vnější hranou ostění osvětlovací soustavy a prodloužíme spojnice až k hranám vnějších překážek, abychom zjistili poměr stínění.
3. Vytvoříme řez místnosti, ve kterém budou zobrazeny venkovní stínící překážky.
4. Do řezu vyneseme posuzované body. Body spojíme s vnější hranou nadpraží a vnitřní hranou parapetu.
5. Dále spojíme posuzovaný bod s hranou vnější překážky, abychom zjistili rozsah zastínění i v řezu.
6. N řez přiložíme Daniljukův diagram pro řezovou rovinu a odečteme počet dílků N_1 pro oblohovou složku a vnější odraženou složku.
7. Určíme efektivní střed okna, který se nachází v místě, kde se rovina zasklení protíná s osou, která je proložena posuzovaným bodem a středem počtu dílků N_1 přímé nebo odražené složky.
8. Zjistíme korekci jasu oblohy. Průsečíky os a křivek vyneseme na osu diagramu pomocí kružnic a odečteme příslušné hodnoty. Stejně určíme i úhly ε a φ pro stanovení světelné propustnosti zasklení pod úhlem kterým zasklení propouští přicházející světlo.
9. Dále zjistíme upravenou polohu posuzovaných bodů pro použití Daniljukova diagramu v půdorysu.
10. Do půdorysu zaneseme upravenou polohu posuzovaných bodů a vytvoříme spojnice mezi posuzovaným bodem a ostěním osvětlovací soustavy.
11. Přiložíme Daniljukův diagram pro půdorys a odečteme příslušné hodnoty N_2 pro oblohovou a vnější odraženou složku v posuzovaných bodech.
12. Zjištěné hodnoty dosadíme do vzorců pro výpočet oblohové a vnější odražené složky činitele denní osvětlenosti.

$$\text{Oblohová složka: } D_s = N_1 N_2 k_\varepsilon \tau_\varphi 10^{-2}$$

N_1 - počet dílků Daniljukovy úhlové sítě v řezu. Hodnota této proměnné se určí z Daniljukova diagramu pro řez [-]

N_2 - počet dílků Daniljukovy úhlové sítě v půdorysu. Hodnota této proměnné se určí z Daniljukova diagramu pro půdorys [-]

k_ε - činitel gradace jasu při tmavém nebo světlém terénu. Hodnotu lze odečíst z Daniljukova diagramu pro řez po určení efektivního středu osvětlovacího otvoru [-]

τ_φ - souhrnný činitel prostupu a ztrát [-]

$$\tau_\varphi = \tau_{s,\varphi}^n \tau_{z,i} \tau_{z,e} \tau_k \tau_\gamma \tau_b \tau_v$$

$$\tau_{s,\varphi} = \tau_{s,nor} \cos \varphi (1 + \sin^2 \varphi / 2)$$

$$\tau_k = A_s / A_c$$

$$\text{Vnější odražená složka: } D_e = N_1 N_2 k_\varepsilon \tau_\varphi 10^{-3}$$

13. Výpočet vnitřní odražené složky.

$$\text{Vnitřní odražená složka: } D_i = (85 A_s^{0,7} / A(1 - \bar{\rho})) \times (a_1 \rho_s + a_3 \rho_h \rho_T)$$

$$D_{i,x} = D_{i,min} + (3x^2/l^2) \times (D_{i,m} - D_{i,min})$$

A_s - plocha zasklení

A - plocha všech vnitřních povrchů včetně oken

$\bar{\rho}$ - průměrná hodnota odrazivosti všech vnitřních povrchů

a_1, a_3 - konstanty

ρ_s - průměrná hodnota odrazivosti povrchů ve spodní části místnosti, kromě stěny zahrnující osvětlovací soustavu

ρ_h - průměrná hodnota odrazivosti povrchů v horní části místnosti, kromě stěny zahrnující osvětlovací soustavu

ρ_T - odrazivost terénu v blízkosti stavby

x - vzdálenost posuzovaného bodu od stěny s osvětlovací soustavou

l - hloubka místnosti

14. Celková hodnota součinitele denní osvětlenosti

$$D_p = D_s + D_e + D_{i,x}$$

15. Posouzení:

V obytných místnostech s bočním osvětlením musí být ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % nejdále 3 m od okna a průměrná hodnota z obou těchto bodů nejméně 0,9 %. Jsou-li okna ve dvou stýkajících se stěnách, postačí, je-li tento požadavek alespoň u jedné z obou dvojic těchto kontrolních bodů.

Výpočet:

Souhrnný činitel prostupu a ztrát:

$$\tau_{s,\varphi} = \tau_{s,nor} \cos \varphi (1 + \sin^2 \varphi / 2) = 0,92 \cdot \cos 22^\circ \cdot (1 + \sin^2 22^\circ / 2) = 0,913$$

$$\tau_k = A_s / A_c = 2,03 / 2,625 = 0,773$$

$$\tau_\varphi = \tau_{s,\varphi}^n \tau_{z,i} \tau_{z,e} \tau_k \tau_\gamma \tau_b \tau_v = 0,913^3 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,773 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,531$$

Hodnota oblohové složky činitele denní osvětlenosti:

pro bod A: $D_{s,A} = N_{1,A} N_{2,A} k_{\varepsilon} \tau_{\varphi} 10^{-2} = 7 \cdot 28 \cdot 0,75 \cdot 0,531 \cdot 10^{-2} = \mathbf{0,78 \%}$

pro bod B: $D_{s,B} = N_{1,B} N_{2,B} k_{\varepsilon} \tau_{\varphi} 10^{-2} = 7 \cdot 36 \cdot 0,75 \cdot 0,531 \cdot 10^{-2} = \mathbf{1,00 \%}$

Hodnota vnější odražené složky činitele denní osvětlenosti:

pro bod A: $N_{1,A} = 0 \rightarrow D_{e,A} = 0 \%$

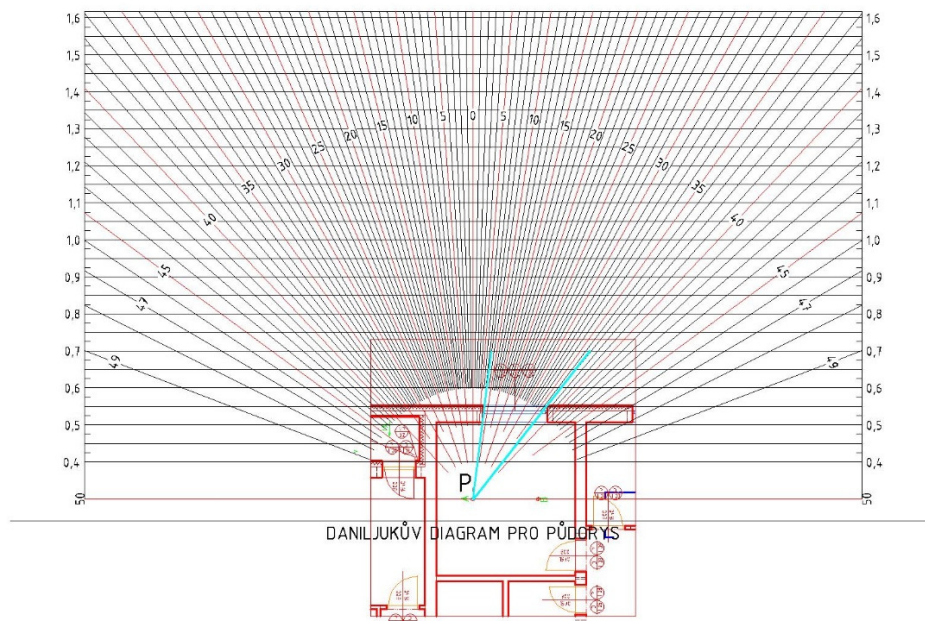
pro bod B: $N_{1,B} = 0 \rightarrow D_{e,B} = 0 \%$

Určení vnitřní odražené složky činitele denní osvětlenosti:

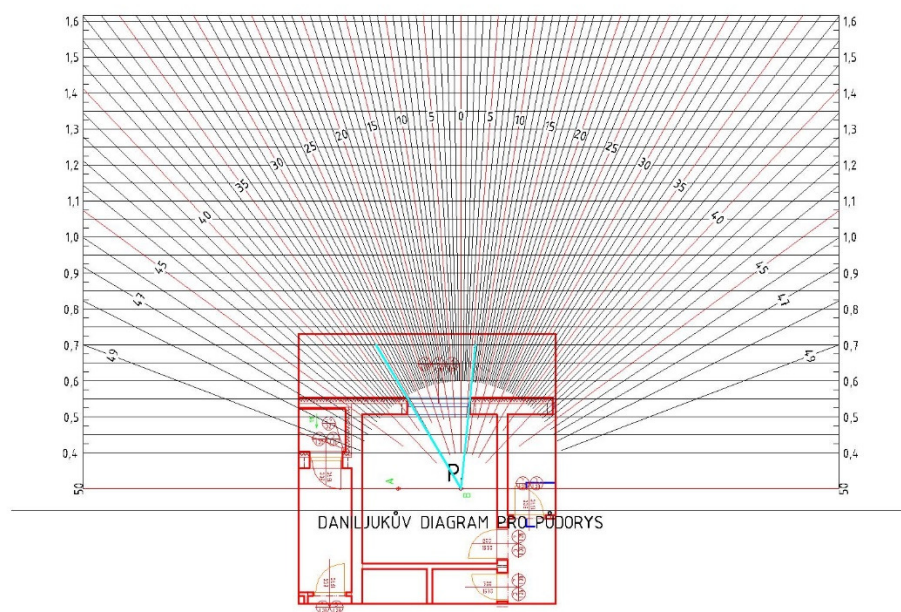
Souhrnný činitel ztrát:

$$\tau_{\varphi} = \tau_{s,\varphi}^n \tau_{z,i} \tau_{z,e} \tau_k \tau_{\gamma} \tau_b \tau_v = 0,92^3 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = \mathbf{0,703}$$

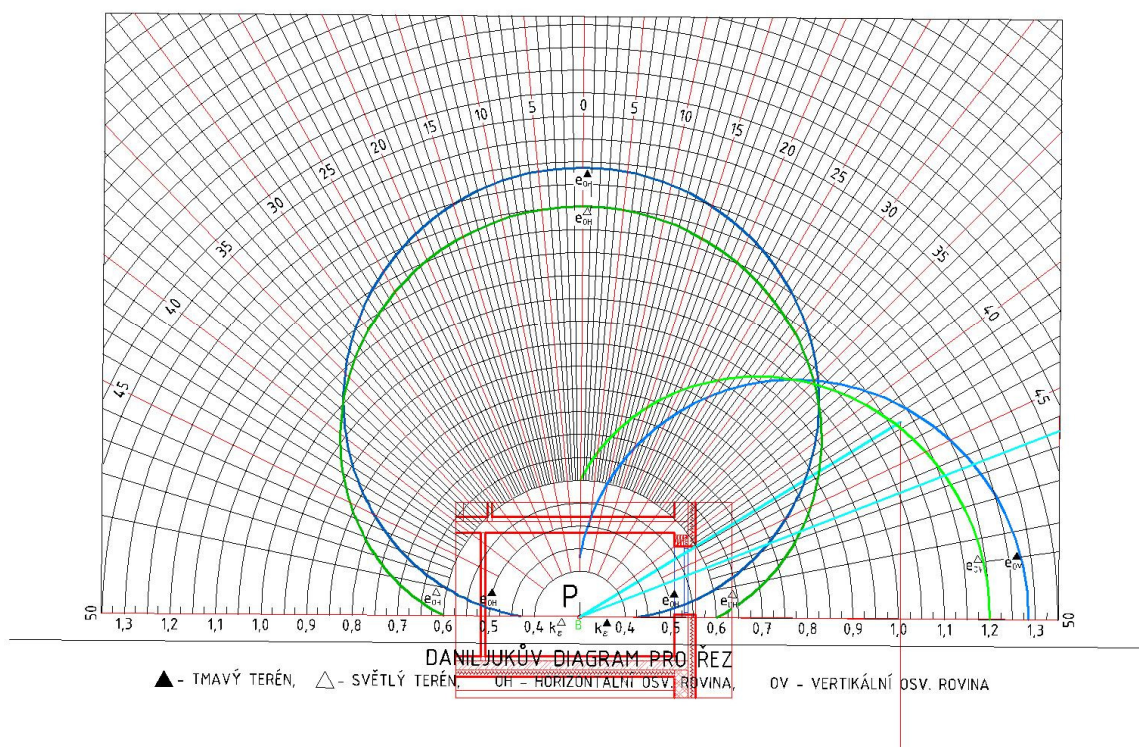
DANILJUKŮV DIAGRAM PRO PŮDORYS - BOD A



DANILJUKŮV DIAGRAM PRO PŮDORYS - BOD B



DANILJUKŮV DIAGRAM PRO ŘEZ



Průměrná hodnota odrazivosti všech vnitřních povrchů $\bar{\rho}$

Povrch	Světelná odrazivost	Plocha (m ²)	Plocha x odrazivost
Podlaha	0,30	15,56	4,67
Strop	0,70	15,56	10,89
Stěny	0,50	31,73	15,86
Stěna s oknem	0,70	7,50	5,25
Okno	0,10	2,63	0,26
Celkem		72,97	36,94
Průměrná hodnota odrazivosti všech vnitřních povrchů $\bar{\rho}$		0,51	

Průměrná hodnota odrazivosti povrchů ve spodní části místnosti ρ_s

Povrch	Světelná odrazivost	Plocha (m2)	Plocha x odrazivost
Podlaha	0,30	15,56	4,67
Stěny	0,50	15,86	7,93
Celkem		31,42	12,60
Průměrná hodnota odrazivosti všech vnitřních povrchů ρ_s		0,40	

Průměrná hodnota odrazivosti povrchů v horní části místnosti ρ_h

Povrch	Světelná odrazivost	Plocha (m2)	Plocha x odrazivost
Strop	0,70	15,56	10,89
Stěny	0,50	15,86	7,93
Celkem		31,42	18,82
Průměrná hodnota odrazivosti všech vnitřních povrchů ρ_h		0,60	

Průměrná hodnota vnitřní odražená složka činitele denní osvětlenosti:

$$D_{i,m} = (85 A_s^{0,7} / A(1-\bar{\rho})) \times (a_1 \rho_s + a_3 \rho_h \rho_T) =$$

$$= (85 \cdot 2,03^{0,7} / 72,97(1-0,51)) \times (0,785 \cdot 0,40 + 1,475 \cdot 0,7 \cdot 0,1) =$$

$$= 1,63 \%$$

Minimální hodnota vnitřní odražená složka činitele denní osvětlenosti:

$$D_{i,min} = (85 A_s^{0,7} / A(1-\bar{\rho})) \times (a_1 \rho_s + a_3 \rho_h \rho_T) =$$

$$= (85 \cdot 2,03^{0,7} / 72,97(1-0,51)) \times (0,50 \cdot 0,40 + 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,1) =$$

$$= 1,05 \%$$

Hodnota vnitřní odražená složka činitele denní osvětlenosti v místě posuzovaných bodů:

$$D_{i,x} = D_{i,min} + (3x^2/l^2) \times (D_{i,m} - D_{i,min}) =$$

$$= 1,05 + (3 \cdot 2,075^2 / 4,150^2) \times (1,63 - 1,05) = 1,485 \%$$

Celková hodnota činitele denní osvětlenosti v místě posuzovaných bodů:

$$D_A = D_s + D_e + D_{i,x} = 0,78 + 0 + 1,485 = 2,27 \%$$

$$D_B = D_s + D_e + D_{i,x} = 1,00 + 0 + 1,485 = 2,49 \%$$

POSOUZENÍ:

$$D_A \geq 0,7\%$$

$$2,27 \% \geq 0,7\% \rightarrow \text{POŽADAVEK SPLNĚN}$$

$$D_B \geq 0,7\%$$

$$2,49\% \geq 0,7\% \rightarrow \text{POŽADAVEK SPLNĚN}$$

$$D_{m,1,2} \geq 0,9\%$$

$$(D_A + D_B)/2 \geq 0,9\%$$

$$2,38\% \geq 0,9\% \rightarrow \text{POŽADAVEK SPLNĚN}$$

1.5. Závěr

Obytná místnost (ložnice) bytu 3+kk splňuje všechny požadavky na činitel denní osvětlenosti dle normy ČSN 73 0580-2, z tohoto lze předpokládat, že i ostatní obytné místnosti v bytovém domě tento požadavek splní.