



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

OFFICE BUILDING

**ZÁKLADNÍ POSOUZENÍ OBJEKTU Z HLEDISKA
STAVEBNÍ FYZIKY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Radka Rousková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Roman Brzoň, Ph.D.

BRNO 2023

Obsah

Obsah	2
1. Identifikační údaje budovy	4
2. Účel posouzení	5
3. Podklady pro zpracování	6
4. Použité právní předpisy a normy	7
5. Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla	8
5.1 Normativní požadavky	8
5.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce θ_{si}	8
5.1.2 Součinitel prostupu tepla U	8
5.1.3 Průměrný součinitel prostupu tepla	10
5.1.4 Pokles dotykové teploty podlahy	10
5.1.5 Tepelná stabilita v zimním období	11
5.1.6 Tepelná stabilita v letním období	11
5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla	12
5.2.1 Geometrické charakteristiky budovy	12
5.2.2 Skladby konstrukcí	12
5.3 Údaje o splnění normativních požadavků	12
5.3.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce θ_{si}	12
5.3.2 Součinitel prostupu tepla obálkových konstrukcí	13
5.3.3 Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}	13
5.3.4 Pokles dotykové teploty podlahy	14
5.3.5 Tepelná stabilita v zimním období	14
5.3.6 Tepelná stabilita v letním období	14
5.3.7 Potřeba energie v objektu	15
6. Posouzení z hlediska akustiky a vibrací	16
6.1 Normativní požadavky	16

6.1.1	Urbanistická akustika	16
6.1.2	Akustika stavebních konstrukcí.....	16
6.2	Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací.....	18
6.3	Vyhodnocení jednotlivých oblastí	18
6.3.1	Posouzení z hlediska vzduchové neprůzvučnosti.....	18
6.3.2	Posouzení z hlediska kročejové neprůzvučnosti	19
6.3.3	Zdroje hluku	19
7.	Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění	21
7.1	Normativní požadavky	21
7.1.1	Požadavky na denní osvětlení místnosti	21
7.2	Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění	21
7.3	Vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení	22
7.3.1	Postup výpočtu.....	22
7.3.2	Vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakové činnosti.....	22
7.3.3	Vyhodnocení vlivu stínění navrhované budovy na okolí	24
8.	Seznam příloh	25

1. Identifikační údaje budovy

Název stavby: Administrativní budova

Místo stavby: Katastrální území Lanškroun [678929]

Parcelní číslo: 163

Kraj: Pardubický

Druh stavby: Novostavba administrativní budovy

Druh projektu: Dokumentace pro stavební povolení

Dům je navržen jako dvoupodlažní samostatně stojící. Objekt je částečně zapuštěný v terénu tak, aby svým vzhledem nenarušoval okolní zástavbu. Svislé nosné konstrukce v 1.NP budou prováděny z monolitického železobetonu, svislé konstrukce 2.NP budou provedeny z CLT panelů. Strop nad 1.NP bude ze železobetonu, strop nad 2.NP z dřevěných panelů. Základy budou železobetonové pasy. Hlavní vstup do objektu je situován na jižní stranu pozemku. Okenní a dveřní výplně v obvodovém plášti budou v hliníkovém rámovém provedení, osazeny izolačním trojsklem. Objekt bude zastřešen plochou střechou. Ze tří stran 1.NP bude provedena zelená fasáda, která bude postupně přecházet do terénu. Zbývá strana 1.NP a celé 2.NP bude mít bílou barvu fasády.

2. Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 ověřit zda daný objekt a jeho konstrukce splňuje:

- tepelně technické požadavky,
- požadavky z hlediska úspory energie,
- zvukoizolační vlastnosti konstrukcí,
- ochranu proti hluku a vibracím,
- požadavky prostorové akustiky,
- požadavky z hlediska denního osvětlení,
- požadavky z hlediska oslunění,

a to tak, aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu.

3. Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byly:

- studie projektu diplomové práce včetně textových částí
- normy ČSN
- pracovní verze projektu ve fázi pro stavební povolení
- situace širších vztahů
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality
- okrajové vnitřní a vnější podmínky

4. Použité právní předpisy a normy

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.
- [4] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.
- [6] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- [7] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů.
- [8] ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov -Část 1: Terminologie.
- [9] ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov -Část 2: Požadavky.
- [10] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov -Část 3: Návrhové hodnoty veličin.
- [11] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov -Část 4: Výpočtové metody.
- [12] ČSN 73 0532:2010 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.
- [13] ČSN 730525 -Akustika -Projektování v oboru prostorové akustiky -Všeobecné zásady.
- [14] ČSN 730527 -Akustika -Projektování v oboru prostorové akustiky -Prostory pro kulturní účely -Prostory ve školách -Prostory pro veřejné účely.
- [15] ČSN 73 4301:2004 + Z1:2005 + Z2/2009 Obytné budovy.
- [16] ČSN 73 0580-1:2007 + Z1:2011 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky.
- [17] ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov.
- [18] ČSN 73 0580-3:1994 + Z1:1996 + Z2:1999 Denní osvětlení budov – část 3: Denní osvětlení škol.
- [19] ČSN 73 0580-3:1994 + Z1:1996 + Z2:1999 Denní osvětlení budov – část 4: Denní osvětlení průmyslových budov.
- [20] ČSN 73 0581:2009 Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot.

5. Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.1 Normativní požadavky

5.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce t_{si}

Vnitřní povrchovou teplotu hodnotíme v poměrném tvaru jako teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} . Požadavky na teplotní faktor jsou stanoveny pro neprůsvitné stavební konstrukce (vyloučení vzniku plísní). Při hodnocení nejnižší povrchové teploty hodnocené teplotním faktorem vnitřního povrchu se považuje požadavek za splněn, když je vypočítaná hodnota teplotního faktoru větší nebo rovná hodnotě požadované. Konkrétní požadavky stanovuje ČSN 73 0540-2.v čl. 5.1.4 a říká, že v běžných prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu max. 60% musí ve všech místech svého vnitřního povrchu splňovat podmínku:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} [-]$$

Kde f_{Rsi} je vypočtená hodnota teplotního faktoru

$f_{Rsi,N}$ požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu

5.1.2 Součinitel prostupu tepla U

Hodnota součinitele prostupu tepla U [$W/(m^2K)$] musí být menší nebo rovna požadované hodnotě součinitele prostupu tepla $0,7 \cdot U_N$ [$W/(m^2K)$]. Tento požadavek je stanoven s výstavbou NZEB (Nearly zero-energy buildings) a vychází ze směrnice Evropského parlamentu. Ta vyžaduje, aby projekty novostaveb od 1. ledna 2020 byly budovami s téměř nulovou spotřebou energie (vyhláška 264/2020 Sb.). Dále proběhla novela vyhlášky platná od 1.ledna 2022. Budovou s téměř nulovou spotřebou energie se rozumí budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů. Plnění hodnot $0,7 \times U_N$ [$W/(m^2K)$] vychází z prováděcí vyhlášky č. 264/2020 Sb. Musí tedy platit:

$$U \leq 0,7 \times U_N [W.m^{-2}.K^{-1}]$$

Kde U je vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla

U_N požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla

Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N jsou uvedeny v tabulce 3 normy ČSN 73 0540-2. Tato tabulka dále uvádí doporučené hodnoty $U_{rec,20}$ a doporučené hodnoty pro pasivní domy $U_{pas,20}$. Součinitel prostupu tepla stavební konstrukce U se stanoví vztahem:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}}$$

- Kde R_T je odpor konstrukce při prostupu tepla [$m^2 \cdot K/W$]
 R_{si} tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$m^2 \cdot K/W$]
 R_{se} tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$m^2 \cdot K/W$]
 R tepelný odpor konstrukce [$m^2 \cdot K/W$]

Tepelný odpor R konstrukce je dán součtem tepelných odporů dílčích vrstev konstrukce. Tepelný odpor R se stanoví vztahem:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

- Kde d je tloušťka vrstvy v konstrukci [m]
 λ součinitel tepelné vodivosti vrstvy [$W/(m \cdot K)$]

Výpočet součinitele prostupu tepla výplně otvoru U_w zohledňuje vliv konstrukce rámu, zasklení a lineárních tepelných mostů přes distanční rámeček zasklení. Je dán vztahem:

$$U_w = \frac{U_f \times A_f + U_g \times A_g + \Psi_g \times I_g}{A_f + A_g}$$

- Kde U_f je součinitel prostupu tepla rámu [$W/(m^2 \cdot K)$]
 A_f plocha okenního rámu včetně rámu křídla [m^2]
 U_g součinitel prostupu tepla zasklení [$W/(m^2 \cdot K)$]
 A_g plocha viditelné části zasklení [m^2]
 Ψ_g lineární činitel prostupu tepla v místě styku rámu, zasklení a distančního rámečku [$W/(m \cdot K)$]
 I_g délka distančního rámečku zasklení [m]

5.1.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [$W/(m^2 \cdot K)$] je součinitel prostupu tepla obálky budovy nebo její definované vytápěné zóny, zahrnující vlivy všech ochlazovaných konstrukcí tvořících systémovou hranici budovy nebo její vytápěné zóny. Musí splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

Kde $U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla [$W/(m^2 \cdot K)$]

Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty se stanoví podle tabulky 5 normy ČSN 73 0540-2. Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} je definován vztahem:

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

Kde H_T je měrná ztráta prostupem tepla stanovená pro budovu nebo její vytápěnou zónu [W/K]

A celková plocha všech ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy nebo její vytápěné zóny na systémové hranici [m^2]

5.1.4 Pokles dotykové teploty podlahy

Podlahy se zatřídí z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ do kategorií podle následující tabulky:

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	do 6,9

Pro zatřídění do odpovídající kategorie musí být splněna podmínka poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]:

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

Kde $\Delta\theta_{10,N}$ je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy [°C] podle tabulky 7 normy ČSN 73 0540-2

Podle účelu budovy a místnosti jsou stanoveny požadované a doporučené kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty, jak je uvedeno v tabulce 8 normy ČSN 73 0540-2. Pro místnosti, jejichž účel není v tabulce 8 uveden, se použijí hodnoty pro obdobný uvedený účel místnosti. Další požadavky mohou být odvozeny z jiných předpisů např. vyhláška č. 268/2009 Sb., vyhláška č. 410/2005 Sb.

Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$ se stanoví podle ČSN 73 0540-4 na základě tepelné jímavosti podlahy B a vnitřní povrchové teploty podlahy θ_{si} .

Pro podlahy s podlahovým vytápěním se pokles dotykové teploty podlahy θ_{10} stanovuje a ověřuje pro vnitřní povrchovou teplotu podlahy θ_{si} stanovenou bez vlivu vytápění při návrhové teplotě přilehlého prostředí odpovídající návrhové teplotě venkovního vzduchu na začátku nebo na konci topného období $\theta_e = 13$ °C.

5.1.5 Tepelná stabilita v zimním období

Požaduje se, aby kritická místnost na konci doby chladnutí t vykazovala pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_v(t)$ [°C] dle vztahu:

$$\Delta\theta_v(t) \leq \Delta\theta_{v,N}(t)$$

Kde $\Delta\theta_{v,N}(t)$ je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období [°C], stanovená z tabulky 11 normy ČSN 73 0540-2, θ_i je návrhová vnitřní teplota podle ČSN 73 0540-3

Kritickou místností je místnost s nejvyšším průměrným součinitelem prostupu tepla konstrukcí místnosti U_m podle ČSN 73 0540-4.

5.1.6 Tepelná stabilita v letním období

Kritická místnost (vnitřní prostor) musí vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$ [°C] podle vztahu:

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$$

Kde $\theta_{ai,max,N}$ je požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období, ve °C, která se stanoví podle tabulky 12 normy ČSN 73 0540-2

Kritickou místností je místnost s největší plochou přímo osluněných výplní otvorů orientovaných na Z, JZ, J, JV, V, a to v poměru k podlahové ploše přilehlého prostoru. Pro posuzování objektu v zimním a letním období tedy mohou být kritické místnosti (prostory) odlišné.

5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.2.1 Geometrické charakteristiky budovy

Počet podlaží:	2
Zastavěná plocha:	474,7 m ²
Obestavěný prostor:	2829,1 m ³
Užitná plocha 1.NP:	395,2 m ²
Užitná plocha 2.NP:	258,6 m ²

Klimatické podmínky:	
Návrhová vnitřní teplota v zimním období:	$\theta_{ai} = 20 \text{ °C}$
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	$\varphi_i = 55 \text{ %}$
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:	$\Delta \varphi_i = 5 \text{ %}$
Návrhová teplota venkovního vzduchu:	$\theta_e = -17 \text{ °C}$
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:	$\varphi_e = 75 \text{ %}$
Návrhová teplota zeminy v zimním období:	$\theta_{gr} = 5 \text{ °C}$
Návrhová relativní vlhkost zeminy:	$\varphi_{gr} = 100 \text{ %}$

5.2.2 Skladby konstrukcí

Viz příloha ve složce č.3 – D.1.1 Architektonicko-stavební řešení – výpis skladeb, podrobnější výpočty viz příloha č.1 Protokol z programu DEKSOFT – Tepelná technika 1D a příloha č. 2 PENB.

5.3 Údaje o splnění normativních požadavků

5.3.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce θ_{si}

Konstrukce	$f_{Rsi,N} (-)$	$f_{Rsi,N} (-)$	Posouzení
S01 – Obvodová stěna – 1.NP – přilehlá k terénu	0,402	0,952	Vyhovuje
S02 – Obvodová stěna – 1.NP – zelená fasáda	0,757	0,951	Vyhovuje

S03 – Obvodová stěna – 1.NP	0,757	0,958	Vyhovuje
S04 – Obvodová stěna – 2.NP	0,757	0,952	Vyhovuje
P01 – Podlaha – 1.NP – PVC	0,402	0,958	Vyhovuje
P02 – Podlaha – 1.NP – Keramická dlažba	0,402	0,958	Vyhovuje
ST1 – Střecha nad 1.NP	0,757	0,963	Vyhovuje
ST2 – Střecha nad 2.NP	0,757	0,972	Vyhovuje

5.3.2 Součinitel prostupu tepla obálkových konstrukcí

Viz samostatné posouzení, příloha – energetický štítek budovy

Konstrukce	Vypočtená hodnota U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	Doporučená hodnota U_{rec} ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)	Požadavek $0,7 \times U_{požadované}$	Posouzení
S01 – Obvodová stěna – 1.NP – přilehlá k terénu	0,194	0,30	0,315	Vyhovuje
S02 – Obvodová stěna – 1.NP – zelená fasáda	0,198	0,25	0,210	Vyhovuje
S03 – Obvodová stěna – 1.NP	0,169	0,25	0,210	Vyhovuje
S04 – Obvodová stěna – 2.NP	0,197	0,20	0,210	Vyhovuje
P01 – Podlaha – 1.NP – PVC	0,170	0,30	0,315	Vyhovuje
P02 – Podlaha – 1.NP – Keramická dlažba	0,170	0,30	0,315	Vyhovuje
ST1 – Střecha nad 1.NP	0,149	0,16	0,168	Vyhovuje
ST2 – Střecha nad 2.NP	0,112	0,16	0,168	Vyhovuje
Okenní výplň	0,600	1,20	1,050	Vyhovuje
Dveřní výplň	0,747	1,20	1,190	Vyhovuje

5.3.3 Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}

Musí splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

Kde $U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla [$W/(m^2 \cdot K)$]

$$U_{em} = 0,248 W/(m^2 \cdot K) \leq U_{em,N} = 0,278 W/(m^2 \cdot K)$$

Vyhovuje

5.3.4 Pokles dotykové teploty podlahy

Souhrnná tabulka - pokles dotykové teploty

Konstrukce		Pokles dotykové teploty		
		ČSN 73 0540-2		
Ozn.	Název	B	$\Delta\theta_{10}$	Kat.
[-]	[-]	$[\text{W}\cdot\text{s}^{0,5}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	$[\text{°C}]$	[-]
PDL(z)-5	P01 - Podlaha - 1.NP - PVC	1 157,9	6,72	III.
PDL(z)-6	P02 - Podlaha - 1.NP - Keramická dlažba	1 504,3	7,58	IV.

Obrázek 1 Výřez ze souhrnné tabulky hodnocení poklesu dotykové teploty

5.3.5 Tepelná stabilita v zimním období

Souhrnná tabulka - zimní stabilita

Místnost			
Ozn.	Název	$\Delta\theta_{v,N}$	t
[-]	[-]	$[\text{°C}]$	[h]
MIS-2	210 Kancelář	8,00	24,00
Legenda: ! ... nevyhovuje požadované hodnotě + ... vyhovuje požadované hodnotě $\Delta\theta_{v,N}$... Požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období t ... Maximální doba otopné přestávky (výpadku topení)			

Obrázek 2 Výřez ze souhrnné tabulky hodnocení zimní stability

5.3.6 Tepelná stabilita v letním období

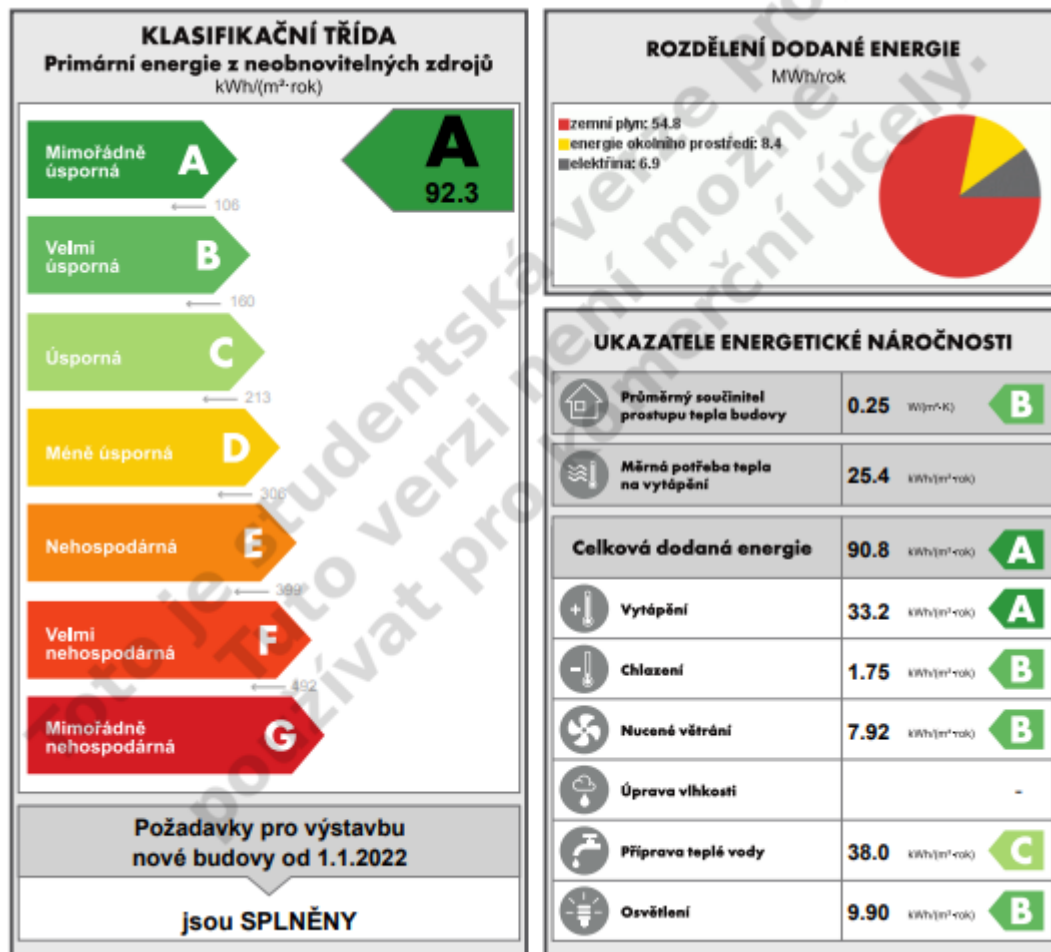
Souhrnná tabulka - letní stabilita

Místnost				
Ozn.	Název	$\theta_{ai,max,N}$	$\theta_{ai,max}$	Hod.
[-]	[-]	$[\text{°C}]$	$[\text{°C}]$	[-]
MIS-1	202 Kancelář	32,00	25,66	+
Legenda: ! ... nevyhovuje požadované hodnotě + ... vyhovuje požadované hodnotě $\theta_{ai,max,N}$... Požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$... Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období				

Obrázek 3 Výřez ze souhrnné tabulky hodnocení letní stability

5.3.7 Potřeba energie v objektu

Pro stavební objekt byl v programu DEKSOFT – ENERGETIKA vypracován průkaz energetické náročnosti budovy, který je přílohou této složky viz příloha č. 2. Budova splňuje platné požadavky.



Obrázek 4 Výřez z PENB

6. Posouzení z hlediska akustiky a vibrací

Základní požadavky vychází z vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby a nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

6.1 Normativní požadavky

6.1.1 Urbanistická akustika

Určujícím ukazatelem pro hygienické limity hluku v chráněných prostorech staveb a chráněném venkovním prostoru je ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ [dB] a odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. Ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro 1 nejhlučnější hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$). V případě hluku z leteckého provozu se 23 hygienický limit v chráněných vnitřních prostorech staveb vztahuje na charakteristický letový den.

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A , s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ 50 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době, které jsou uvedeny v tabulce č. 1 části A přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 272/2011 Sb.. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce –12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, drahách a z leteckého provozu, se přičte další korekce –5 dB. Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce –10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních drahách, kde se použije korekce –5 dB.

Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce –10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních drahách, kde se použije korekce – 5 dB.

6.1.2 Akustika stavebních konstrukcí

Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách uvádí norma ČSN 73 0532 Akustika – ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky. Norma uvádí požadavky dle chráněného prostoru a hlučného prostoru (místnosti zdroje zvuku) na váženou stavební vzduchovou neprůzvučnost R'_w stropů, stěn, váženou stavební kročejovou neprůzvučnost L'_w a váženou laboratorní vzduchovou neprůzvučnost R_w .

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje hluku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, D_{nT,w}}$ [dB]	$L'_{n,w, L'_{nT,w}}$ [dB]	$R'_{w, D_{nT,w}}$ [dB]	R_w [dB]
Administrativní a víceúčelové budovy, úřady a firmy – kanceláře a pracovní, relaxační místnosti					
1	Kanceláře a pracovní s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné provozní prostory	≥ 47	≤ 63	≥ 37	$\geq 27^a$
^a Platí pro vstupní dveře do chráněného prostoru. požadavek neplatí pro velkoprostorové kanceláře (open-office), kde je ochrana před hlukem řešena jiným způsobem.					

Vzduchová neprůzvučnost

Vzduchová neprůzvučnost je dostačující, pokud platí:

$$R'_w \geq R'_{w,pož} \text{ [dB]}$$

Kde R'_w je stavební vážená neprůzvučnost [dB]

$R'_{w,pož}$ stavební vážená požadovaná neprůzvučnost [dB]

Stavební neprůzvučnost R'_w stanovíme v závislosti na znalosti vážené laboratorní neprůzvučnosti R_w dle vztahu:

$$R'_w = R_w - k_1 \text{ [dB]}$$

Kde R_w je vážená laboratorní neprůzvučnost [dB]

k_1 korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku [dB]

Kročejová neprůzvučnost

Kročejová neprůzvučnost je dostačující, pokud platí:

$$L'_{n,w} \leq L'_{n,w,pož} \text{ [dB]}$$

Kde $L'_{n,w}$ je vážená stavební hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]
 $L'_{n,w,pož}$ požadovaná vážená stavební hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

Váženou stavební normalizovanou hladinu akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{n,w}$ stanovíme dle vztahu:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2 \text{ [dB]}$$

Kde $L_{n,w}$ je vážená laboratorní normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]
 k_2 ... korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku [dB]

6.2 Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací

Svislé nosné konstrukce v 1.NP budou prováděny z monolitického železobetonu, obvodové stěny budou zatepleny kamennou vlnou tl. 200 mm v certifikovaném systému ETICS. Svislé nosné a nenosné konstrukce 2.NP budou provedeny z CLT panelů. Obvodové stěny 2.NP budou zatepleny dřevovláknitou izolací tl. 200 mm. Strop nad 1.NP bude ze železobetonu, strop nad 2.NP z dřevěných panelů. Vnitřní nenosné stěny v 1.NP jsou navrženy z nepálených cihel tl. 140 mm. Okna a vstupní dveře jsou navrženy jako hliníkové zasklené izolačním trojsklem.

6.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

6.3.1 Posouzení z hlediska vzduchové neprůzvučnosti

Strop – kanceláře:

- ŽB monolit. Strop tl. 250 mm, plošná hmotnost $m'_1 = 575 \text{ kg/m}^2$ + anhydritový potěr tl. 60 mm $m'_2 = 126 \text{ kg/m}^2$ + desky z čedičové vlny tl. 50 mm, dynamická tuhost $s' = 8,4 \text{ MN/m}^3$
- $R_w = \left(37,5 \log \left(\frac{m'_1}{m'_0} \right) - 42 \right) = \left(37,5 \log \left(\frac{575}{1} \right) - 42 \right) = 61,49 \text{ dB}$
- $f_0 = 160 \sqrt{s' \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} = 160 \sqrt{8,4 \left(\frac{1}{575} + \frac{1}{126} \right)} = 45,61 \text{ Hz}$
- $30 \text{ Hz} \leq f_0 \leq 160 \text{ Hz}$
- $\Delta R_w = 74,4 - 20 \log(f_0) - \frac{R_w}{2} = 74,4 - 20 \log(45,61) - \frac{61,49}{2} = 10,47 \text{ dB}$
- $R'_w = R_w + \Delta R_w - k_1 = 61,49 + 10,47 - 2 = 69,96 \text{ dB}$
- $R'_w \geq R'_{w,N} \rightarrow 69,96 \text{ dB} \geq 47 \text{ dB}$
- *VYHOVUJE dle požadavku normy ČSN 73 0532*

Nosná stěna ŽB – kanceláře:

- ŽB monolit. stěna tl. 200 mm, plošná hmotnost $m'_1 = 460 \text{ kg/m}^2$
- $R_w = \left(37,5 \log \left(\frac{m'_1}{m'_0} \right) - 42 \right) = \left(37,5 \log \left(\frac{460}{1} \right) - 42 \right) = 57,85 \text{ dB}$
- $R'_w = R_w - k_1 = 57,85 - 2 = 55,85 \text{ dB}$
- $R'_w \geq R'_{w,N} \rightarrow 55,85 \text{ dB} \geq 37 \text{ dB}$
- *VYHOVUJE dle požadavku normy ČSN 73 0532*

Vnitřní příčka 2.NP – kanceláře:

- CLT panel, dřevovláknitá izolace, sádkartonová deska $R_w = 51 \text{ dB}$
- $R'_w = R_w - k_1 = 51 - 2 = 49 \text{ dB}$
- $R'_w \geq R'_{w,N} \rightarrow 49 \text{ dB} \geq 37 \text{ dB}$
- *VYHOVUJE dle požadavku normy ČSN 73 0532*

Dřevěné dveře – kancelář/chodba:

- Požadavek na neprůzvučnost dveří min. $R_w = 27 \text{ dB}$
- $R'_w \geq R'_{w,N} \rightarrow 27 \text{ dB} \geq 27 \text{ dB}$
- *VYHOVUJE dle požadavku normy ČSN 73 0532*

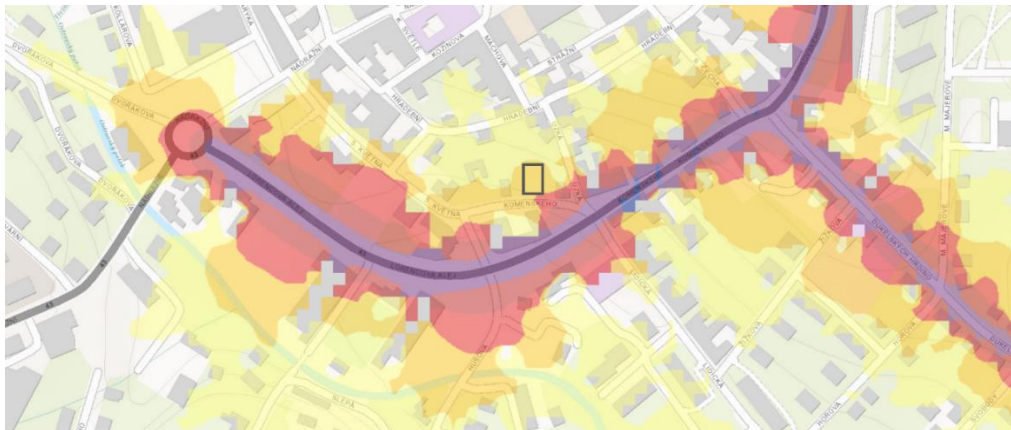
6.3.2 Posouzení z hlediska kročejové neprůzvučnosti

Strop – kanceláře:

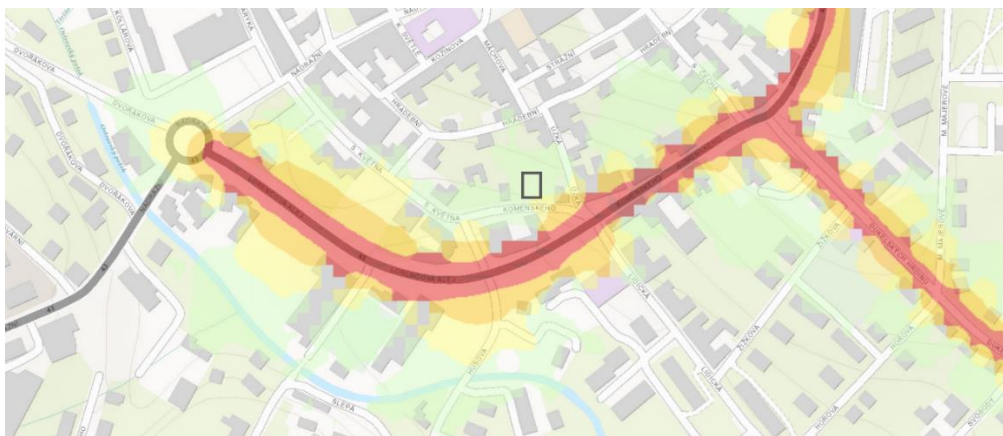
- ŽB monolit. Strop tl. 250 mm, plošná hmotnost $m'_1 = 575 \text{ kg/m}^2$ + anhydritový potěr tl. 60 mm $m'_2 = 126 \text{ kg/m}^2$ + desky z čedičové vlny tl. 50 mm, dynamická tuhost $s' = 8,4 \text{ MN/m}^3$
- $L_{n,eq,0,w} = 164 - \left(35 \log \frac{m'_1}{m'_0} \right) = 164 - \left(35 \log \frac{575}{1} \right) = 67,41 \text{ dB}$
- $\Delta L_w = (13 \log(m'_2)) - (14,2 \log(s')) + 20,8 = (13 \log(126)) - (14,2 \log(8,4)) + 20,8 = 34,98 \text{ dB}$
- $L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + k_2 = 67,41 - 34,98 + 1 = 33,43 \text{ dB}$
- $L'_{n,w} \leq L'_{n,w,N} \rightarrow 33,43 \text{ dB} \leq 63 \text{ dB}$
- *VYHOVUJE dle požadavku normy ČSN 73 0532*

6.3.3 Zdroje hluku

Administrativní budova je navržena v blízkosti silnice I. třídy. Limitní hodnoty hluku v chráněném venkovním prostoru ostatních staveb denní 60 dB, noční 50 dB.



Obrázek 5 Výřez z hlukové mapy z roku 2017 pro den pro lokalitu řešeného území



Obrázek 6 Výřez z hlukové mapy z roku 2017 pro noc pro lokalitu řešeného území

Hlukový ukazatel L_n

45 - 50 dB
50 - 55 dB
55 - 60 dB
60 - 65 dB
65 - 70 dB
> 70 dB

Hlukový ukazatel L_{dvn}

50 - 55 dB
55 - 60 dB
60 - 65 dB
65 - 70 dB
70 - 75 dB
> 75 dB

Obrázek 7 Vysvětlivky k obr. 5 a 6

Z dostupné hlukové mapy z roku 2017 vyplývají hodnoty pro řešené území: den 55-60 dB ≤ 60 dB, noc 45-50 dB ≤ 50 dB. Hygienické limity jsou splněny.

7. Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění

7.1 Normativní požadavky

7.1.1 Požadavky na denní osvětlení místnosti

Požadavky stanovené dle ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky pomocí činitele denní osvětlenosti D [%]:

$$D = \frac{E}{E_h} \times 100$$

E_j ...osvětlenost v kontrolním bodě v interiéru [lx]

E_h ...srovnávací osvětlenost venkovní vodorovné nezastíněné roviny [lx]

Činitel denní osvětlenosti se skládá ze tří složek: oblohové, vnější odražené a vnitřní odražené. Není-li obloha zastíněna venkovní překážkou, je vnější odražená složka na vodorovné srovnávací rovině rovna nule. Činitel denní osvětlenosti se stanovuje pro síť kontrolních bodů, rozmístěných v pravidelné síti na vodorovné srovnávací rovině. Výška srovnávací roviny se volí obvykle 850 mm nad podlahou (výška pracovního stolu).

7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění

Vstupní hodnoty

Město: Lanškroun

Zeměpisná šířka: 49°54′

Zeměpisná délka: 16°36′

Den výpočtu: 1.březen

Zvolené hodnoty činitele odrazu světla: podlaha 0,3; strop 0,7; stěny 0,5

Horizontální rovina zvolena ve výšce 850 mm nad podlahou.

Budova je samostatně stojící, bez zastínění ostatními budovami nebo stromy. Výplně otvorů jsou navrženy z hliníkových oken s izolačním trojsklem.

7.3 Vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení

7.3.1 Postup výpočtu

Činitel denní osvětlenosti D [%] je složen ze tří složek:

$$D = D_s + D_e + D_i$$

D_s ...oblohová složka [%]

D_e ...vnější odražená složka [%] (= 0)

D_i ...vnitřní odražená složka [%]

Požadavek na posuzované místnosti je $D_m = 2 \%$ u 50% hodnocených bodů a $D_{min} = 0,7 \%$ v 95 % bodech. Výpočet je proveden pomocí programu BuildingDesign.

7.3.2 Vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakové činnosti

Přehled výsledků je převzat z Přílohy č. 5. Tato příloha je součástí složky č. 5. V některých kancelářích byl vymezen funkční prostor (kde se nachází pracovní stoly), který splňuje normativní požadavky. V ostatních plochách místností jsou např. skříně, křesla, kde osvětlení denním světlem není nutné.

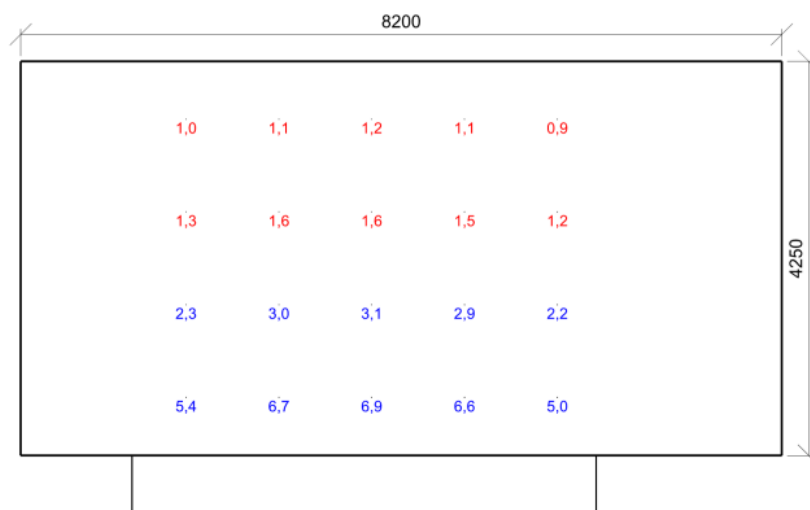
Název	Minimální hodnota	Požadovaná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
1.1 - 102 Recepce				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 50 / 50 %	6,9 %	0,14
1.2 - 103 Zasedací místnost				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 69 / 50 %	8,5 %	0,083
1.3 - 104 Planografie				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 67 / 50 %	5,3 %	0,21
1.4 - 116 Kancelář				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 67 / 50 %	6,4 %	0,15
1.5 - 117 Kancelář				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 96 / 95 %	(2,0) 50 / 50 %	6,9 %	0,073
1.6 - 126 Kancelář				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 57 / 50 %	8,5 %	0,1
2.1 - 202 Kancelář				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 60 / 50 %	9,6 %	0,11
2.2 - 203 Kancelář				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 50 / 50 %	10,0 %	0,074
2.3 - 204 Kancelář				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 57 / 50 %	10,2 %	0,1
2.4 - 210 Kancelář				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 97 / 50 %	10,5 %	0,083
2.5 - 213 Kancelář				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 97 / 95 %	(2,0) 52 / 50 %	9,6 %	0,064
2.6 - 214 Kancelář				
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %	(2,0) 58 / 50 %	11,4 %	0,082

Pokud jsou ve sloupci uvedeny dvě hodnoty oddělené lomítkem, pak číslo před lomítkem je vypočítaná hodnota a číslo za lomítkem je požadovaná (minimální nebo maximální) hodnota.

Obrázek 8 Přehled výsledků

102 Recepce

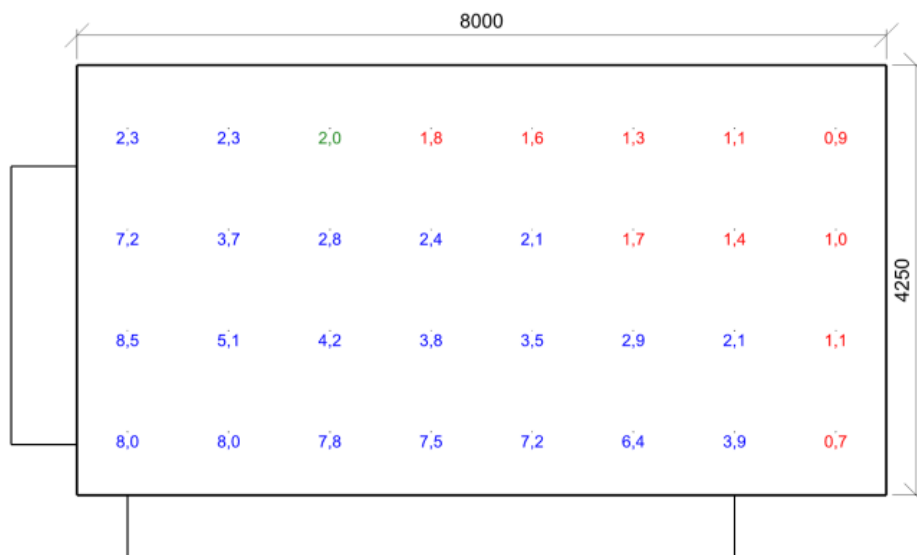
Činitel denní osvětlenosti - 1.1 102 Recepce



Minimální hodnota: (0,7) 100 / 95 % | Požadovaná hodnota: (2,0) 50 / 50 % | Rovnoměrnost: 0,14
 Výška: 850,00 mm | Odsazení: 741,36 x 625,00 mm | Rozteče: 1000,00 x 1000,00 mm

103 Zasedací místnost

Činitel denní osvětlenosti - 1.2 103 Zasedací místnost



Minimální hodnota: (0,7) 100 / 95 % | Požadovaná hodnota: (2,0) 69 / 50 % | Rovnoměrnost: 0,083
Výška: 850,00 mm | Odsazení: 500,00 x 625,00 mm | Rozteče: 1000,00 x 1000,00 mm

7.3.3 Vyhodnocení vlivu stínění navrhované budovy na okolí

Posuzovaný objekt je dvoupodlažní a v blízkosti výstavby se nenachází žádná výstavba, kterou by vrhající stín mohl zastínit. Požadavky normy jsou splněny.

8. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Protokol z programu DEKSOFT – Tepelná technika 1D

Příloha č. 2 – PENB

Příloha č. 3 – Protokol z programu DEKSOFT – Komfort

Příloha č. 4 – Protokol z programu BuildingDesign – výpočet denního osvětlení