



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

BYTOVÝ DŮM PROLUKA V OLOMOUCI

APARTMENT HOUSE PROLUKA IN OLOMOUC

6.1 – ZHODNOCENÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Přidal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MILAN OSTRÝ, Ph.D.

BRNO 2022

Zhodnocení stavebních konstrukcí a objektu z hlediska požadavků stavební tepelné techniky, akustiky a denního osvětlení

Seminární práce

Název bakalářské práce: Bytový dům Proluka v Olomouci

Vypracoval: Petr Přidal

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Milan Ostrý, Ph.D.

Brno, květen 2022

Obsah

1	Účel posouzení	3
2	Podklady pro zpracování	3
3	Použité normy a předpisy	3
4	Normativní požadavky	4
4.1	Ochrana proti hluku	4
4.1.1	Stavební akustika (požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách)	4
4.1.2	Urbanistická akustika (hluková studie)	7
4.2	Úspora energie a ochrana tepla	10
4.2.1	Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí	11
4.2.2	Průměrný součinitel prostupu tepla – hodnocení dle ČSN 73 0540-2:2011 ..	21
4.2.3	Energetický štítek obálky budovy dle CSN 730540-2:2011	23
4.2.4	Průměrný součinitel prostupu tepla – hodnocení dle Vyhl. 264/2020 Sb.	24
4.3	Denní osvětlení	26
4.4	Proslunění objektu	28
5	Popis objektu	30
6	Charakteristika posuzovaných konstrukcí	30
7	Výpočet a vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu	32
7.1	Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky	32
7.2	Urbanistická akustika (hluková studie)	33
7.2.1	Rozbor akustické situace, zdroje hluku	33
7.2.2	Posouzení hlukové situace	33
7.3	Tepelně technické posouzení	35
7.4	Průměrný součinitel prostupu tepla	39
7.4.1	Průměrný součinitel prostupu tepla dle CSN 73 0540-2	39
7.4.2	Průměrný součinitel prostupu tepla dle Vyhl. 264/2020 Sb.	40
7.5	Denní osvětlení	42
7.5.1	Popis místností	42
7.5.2	Vyhodnocení denního osvětlení	42
7.6	Proslunění objektu	47
8	Závěr a navržená opatření	48
8.1	Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí	48
8.2	Ochrana proti hluku	48
8.3	Úspora energie a ochrana tepla	49
8.4	Denní osvětlení	49
8.5	Proslunění objektu	50

1 Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě Vyhlášky č. 268/2009 Sb. ve znění pozdějších předpisů, o technických požadavcích na stavby ověřit, zda:

- tepelně technické vlastnosti konstrukcí a obálky „Bytového domu v Brně“ vyhovují požadovaným hodnotám;
- daný objekt vyhovuje z hlediska požadavků na úsporu energie;
- jsou splněny požadavky z hlediska zajištění denního osvětlení a proslunění objektu;
- jsou splněny požadavky týkající se ochrany proti šíření hluku a vibrací v návaznosti na zvukoizolační vlastnosti konstrukcí tak, aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu.

2 Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování zprávy jsou:

- studie včetně textových částí;
- pracovní verze stavební prováděcí části projektu;
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality;
- intenzita dopravy na pozemních komunikacích (ŘSD ČR, apod.).

3 Použité normy a předpisy

Pro zpracování posouzení byla použita **platná legislativa**, tj. vyhlášky i normy, ke dni zpracování projektu a posouzení.

- [1] Stavební zákon 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhl. č. 20/2012 Sb.
- [2] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů
- [3] ČSN 73 0540-1, 3, 4:2005, ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov
- [4] Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov.
- [5] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb.
- [6] ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.
- [7] ČSN 73 4301:2004 ve znění Z4:2019 Obytné budovy.
- [8] ČSN EN 17 037 Denní osvětlení budov:2019
- [9] ČSN 73 0580-1:2007 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky + Z3:2019
- [10] ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov + Z1:2019

4 Normativní požadavky

4.1 Ochrana proti hluku

4.1.1 Stavební akustika (požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách)

Norma ČSN 73 0532:2020 stanovuje požadavky na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost, jejichž splnění je splněním požadavků zákona č. 183/2006 Sb., Stavební zákon, a vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhl. č. 20/2012 Sb.

- ČSN 73 0532:2020, článek 5.1 Vzduchová neprůzvučnost: Vážená stavební neprůzvučnost $R'_{w,N}$ - **pro stěny a stropy**, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 1 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 16283-1, **nesmí být nižší** než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532:2020. Konstrukce stěn a stropů mezi místnostmi v budovách **musí vyhovovat minimálním** požadovaným hodnotám $R'_{w,N}$.
- ČSN 73 0532, článek 5.2 Kročejová neprůzvučnost: Vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{w,N}$ - **pro stropy**, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 2 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 16283-2, **nesmí být vyšší** než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532:2020. Konstrukce stropu mezi místnostmi v budovách **musí vyhovovat maximálním** požadovaným hodnotám $L'_{w,N}$.

Pro porovnání jednočíselných hodnot stanovených výpočtem nebo měřením v laboratoři R_w a L_{nw} (dB) (převzatých z podkladů výrobce-dodavatele) s hodnotami normativními R'_w a L'_{nw} (dB) je nutné tyto hodnoty upravit korekcí k (dB), zahrnující **vliv vedlejších cest šíření zvuku**.

$$R'_w = R_w - k_1$$
$$L'_{nw} = L_{nw} + k_2$$

Tab. 4.1.1.1 Korekce na vedlejší cesty přenosu zvuku pro vzduchovou neprůzvučnost dělicích konstrukcí [6]

Dělicí prvek	Boční konstrukce	Korekce k_1 [dB]
<u>Těžká dělicí stěna (strop)</u>	4 x těžká	2
- monolitická, prefabrikovaná nebo zděná (cihly, beton, pórobeton apod.) $R_w \geq 40$ dB	3 x těžká, 1 x lehká 2 x těžká, 2 x lehká 1 x těžká, 3 x lehká vyzdívaný skelet	3 4 5 ≥ 4
<u>Lehká dělicí stěna (strop)</u>	4 x těžká	5
- Montovaná konstrukce z desek a nosného roštu (sádrokarton, dřevo apod.) $R_w \leq 55$ dB	3 x těžká, 1 x lehká 2 x těžká, 2 x lehká	6 8
<u>Lehká dělicí stěna (strop)</u>	4 x těžká	6

- Montovaná konstrukce z desek a nosného roštu (sádrokarton, dřevo apod.) $R_w > 55$ dB	3 x těžká, 1 x lehká 2 x těžká, 2 x lehká	7 ≥ 8
--	--	---------------

Tab. 4.1.1.2 Korekce na vedlejší cesty přenosu zvuku pro kročejovou neprůzvučnost stropních konstrukcí [6]

Dělicí prvek	Boční svislé vnitřní konstrukce (bez stěn obvodového pláště)	Korekce k_2 [dB]
<u>Těžká stropní konstrukce včetně podlahy</u> – monolitická, prefabrikovaná, zděná (stropní tvarovky, panely, beton apod.)	Těžké silikátové vnitřní stěny (cihly, beton, pórobeton apod.), pružně oddělené od stropní konstrukce (PUR pěna, minerální vata)	1
	Lehké montované vnitřní stěny z desek a nosného roštu (sádrokarton, dřevo apod.)	
	Těžké silikátové vnitřní stěny (cihly, beton, pórobeton apod.), dozděné až ke stropní konstrukci (malta, beton)	2
<u>Stropní konstrukce včetně podlahy</u> – montovaná z dřevěných nebo kovových nosných prvků, panelů, desek a lehkých výplní	Lehké montované vnitřní stěny z desek a nosného roštu (sádrokarton, dřevo apod.)	2

Tab. 4.1.1.3 Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v domech s byty [6]

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor	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]
A. Bytové domy, rodinné domy, terasové nebo řadové domy a dvojdomy – všechny obytné místnosti bytu					
1	Všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu	≥ 47	≤ 58	$\geq 40^a$	$\geq 27^a$
B. Bytové domy, rodinné domy s více než jedním bytem – obytné místnosti bytu					
2	Všechny místnosti druhých bytů včetně příslušenství	≥ 54 $\geq 52^b$	≤ 53 $\leq 58^b$	≥ 53 $\geq 52^b$	- -
3	Terasy a lodžie druhých bytů nad obytnou místností	≥ 52	≤ 58	-	-

4	Společné prostory domu (schodiště, chodby, terasy, kočárkárny, sušárny, sklípky apod.)	≥ 52	≤ 53	≥ 52	$\geq 32^c$ $\geq 37^d$
5	Průjezdy, podjezdy, garáže, průchody, podchody	≥ 57	≤ 48	≥ 57	-
6	Místnosti s technickým zařízením domu (výměňíkové stanice, kotelny, strojovny výtahů, strojovny VZT, prádelny apod.) s hlukem: $L_{A,max} \leq 80$ dB 80 dB $< L_{A,max} \leq 85$ dB	$\geq 57^e$ $\geq 62^e$	$\leq 48^e$ $\leq 48^e$	$\geq 57^e$ $\geq 62^e$	- -
7	Provozovny s hlukem $L_{A,max} \leq 85$ dB: s provozem nejvýše do 22:00 h s provozem i po 22:00 h	$\geq 57^e$ $\geq 62^e$	$\leq 50^e$ $\leq 45^e$	$\geq 57^e$ $\geq 62^e$	- -
8	Provozovny s hlukem 85 dB $< L_{A,max} \leq 95$ dB s provozem nejvýše do 22:00 h s provozem i po 22:00 h	$\geq 67^e$ $\geq 72^e$	$\leq 43^e$ $\leq 38^e$	$\geq 67^e$ $\geq 72^e$	- -
C. Terasové nebo řadové rodinné domy a dvojdomy – obytné místnosti bytu					
9	Všechny místnosti v sousedním domě, včetně příslušenství	≥ 57	≤ 48	≥ 57	-
<p>^a Požadavek platí pro vnitřní stěny bytu mezi obytnými místnostmi včetně vedlejších cest přes dveře, které nejsou součástí dělící stěny (tj. např. přes dveře do společné haly). Požadavek na dveře se vztahuje pouze na dveře, které jsou součástí společné dělící stěny mezi dvěma obytnými místnostmi (kromě kuchyně). V takovém případě se požadavek na stěnu vztahuje pouze na plnou část stěny (bez dveří) a současně platí požadavek na dveře. Požadavky se nevztahují na obytné místnosti, které jsou mezi sebou propojeny otvory bez výplně.</p> <p>^b Požadavek se vztahuje pouze na starou, zejména panelovou výstavbu, pokud situace neumožňuje dodatečná zvukově izolační opatření.</p> <p>^c Platí pro vstupní dveře ze společných prostor domu (chodby) do předsíně (vstupní haly) bytu.</p> <p>^d Platí pro vstupní dveře ze společných prostor domu (chodby) přímo do chráněné obytné místnosti bytu.</p> <p>^e Kromě splnění stanovených požadavků na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost mohou být nutná další opatření, kdy je nutné stroje nebo zařízení uložit, zavěsit či upravit tak, aby nedocházelo k šíření a přenosu zvuku konstrukcí (vibracemi) a instalacemi (rozvody médií, šachtami aj.) a tím k překročení limitů hluku ve vnitřních chráněných prostorech. Místnosti s provozním hlukem s významným obsahem nízkých kmitočtů nebo s tónovými složkami se zásadně nemají situovat do blízkosti bytových jednotek. V opodstatněných případech se provede posouzení pomocí akustické studie. Provozovny se zvláště vysokým hlukem $L_{A,max} > 95$ dB (např. diskotéky, herny apod.) se zásadně nemají umísťovat do obytných budov. Pokud takováto situace nastane, musí se provést podrobná akustická studie na základě frekvenční analýzy všech instalovaných zdrojů hluku.</p>					

Tab. 4.1.1.4 Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v administrativních a víceúčelových budovách, úřadech a firmách [6]

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor	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	≥ 52	≤ 58	≥ 37	$\geq 27^a$
2	Kanceláře a pracovní se zvýšenými nároky, pracovní vedoucích pracovníků ^b	≥ 52	≤ 58	≥ 42	$\geq 27^a$
3	Kanceláře a pracovní pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem ^b	≥ 52	≤ 58	≥ 50	$\geq 35^a$
^a Platí pro vstupní dveře do chráněného prostoru. Požadavek neplatí pro velkoprostorové kanceláře (open-office), kde je ochrana před hlukem řešena jiným způsobem.					
^b Požadavky platí rovněž mezi pracovními a přilehlými chodbami nebo jinými provozními prostory.					

4.1.2 Urbanistická akustika (hluková studie)

4.1.2.1 Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb

Dle NV č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb. je dle §11 stanoveno:

- (1) Určujícími ukazateli hluku jsou ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ a maximální hladina akustického tlaku $A_{L_{Amax}}$, případně 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 nejhlučnější 1 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 hygienický limit v chráněných vnitřních prostorech staveb vztahuje na charakteristický letový den.
- (2) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ se rovná **40 dB** a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na

pozemních komunikacích, dráhách a z leteckého provozu, se přičte další korekce – 5 dB.

- (3) Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku A L_{Amax} se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, dráhách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu, s výjimkou hluku ze stavební činnosti, se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podložími.
- (4) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu $L_{Aeq,s}$ se stanoví tak, že se k hygienickému limitu ekvivalentní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ stanovenému podle odstavce 2 přičte v pracovních dnech pro dobu mezi sedmou a dvacátou první hodinou korekce +15 dB.
- (5) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro zvuk elektronicky zesilované hudby se v prostoru pro posluchače stanoví pro dobu T se rovná 4 hodiny hodnotou $L_{Aeq,T}$ se rovná 100 dB.

Tab. 4.1.2.1.1 Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb [5]

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce [dB]
Nemocniční pokoje	doba mezi 6:00 a 22:00 hodinou	0
	doba mezi 22:00 a 6:00 hodinou	-15
Lékařské vyšetřovny, ordinace	po dobu používání	-5
Obytné místnosti	doba mezi 6:00 a 22:00 hodinou	0 ⁺⁾
	doba mezi 22:00 a 6:00 hodinou	-10 ⁺⁾
Přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí a staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání	po dobu používání	+5

Poznámky k tab. 4.1.2.1.1

- Pro ostatní druhy chráněného vnitřního prostoru v tabulce jmenovitě neuvedené se použijí hodnoty pro prostory funkčně obdobné.
- Účel užívání stavby je u staveb povolených před 1. lednem 2007 dán kolaudačním rozhodnutím, u později povolených staveb oznámením stavebního úřadu nebo kolaudačním souhlasem. Uvedené hygienické limity se nevztahují na hluk způsobený používáním chráněné místnosti.
- ⁺⁾ Pro hluk z dopravy v okolí dálnic, silnic I. a II. třídy a místních komunikací I. a II. třídy, kde je hluk z dopravy na těchto komunikacích převažující, v ochranném pásmu drah a pro hluk z tramvajových a trolejbusových drah se přičítá další korekce + 5 dB. Tato korekce se nepoužije ve vztahu ke chráněnému vnitřnímu prostoru staveb povolených k užívání k určenému účelu po dni 31. prosince 2005.

4.1.2.2 Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru

Dle NV č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb. je dle §12 stanoveno:

- (1) Určujícím ukazatelem hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku, je ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ a odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhluchnější 1 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 ($L_{Aeq,8h}$).
- (2) 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 tomuto nařízení. 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.
- (3) Stará hluková zátěž $L_{Aeq,16h}$ pro denní dobu a $L_{Aeq,8h}$ pro noční dobu se zjišťuje měřením nebo výpočtem z údajů o roční průměrné denní intenzitě a skladbě dopravy v roce 2000 poskytnutých správcem popřípadě vlastníkem pozemní komunikace nebo dráhy. Hygienický limit stanovený pro starou hlukovou zátěž se vztahuje na ucelené úseky pozemní komunikace nebo dráhy.
- (4) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku C vysokoenergetického impulsního hluku se stanoví pro denní dobu $L_{Ceq,8h}$ se rovná 83 dB, pro noční dobu $L_{Ceq,1h}$ se rovná 40 dB. Ekvivalentní hladina akustického tlaku $C_{L_{Ceq,T}}$ se vypočte způsobem upraveným v části C přílohy č. 3 k tomuto nařízení.
- (5) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A z leteckého provozu se vztahuje na charakteristický letový den a stanoví se pro celou denní dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{L_{Aeq,16h}}$ se rovná 60 dB a pro celou noční dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{L_{Aeq,8h}}$ se rovná 50 dB.
- (6) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti $L_{Aeq,s}$ se stanoví tak, že se k hygienickému limitu ekvivalentní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ stanovenému podle odstavce 3 přičte další korekce podle části B přílohy č. 3 k tomuto nařízení.

Tab. 4.1.2.2.1 Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru [5]

Druh chráněného prostoru	Korekce [dB]			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	-5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+5	+10	+20

Poznámky k tab. 4.1.2.2.1

- *Korekce uvedené v tabulce se nesčítají.*
- *Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních dráhách, kde se použije korekce -5 dB.*
- *Pravidla použití korekce uvedené v tabulce č. 1:*
 - 1) *Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, zejména rozřadování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů. Pro hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.*
 - 2) *Použije se pro hluk z dopravy na dráhách, není-li dále uvedeno jinak, na silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a účelových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.*
 - 3) *Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy. Použije se pro hluk z dopravy na tramvajových a trolejbusových drahách vedených po silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy*
 - 4) *Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.*

4.2 Úspora energie a ochrana tepla

Dle Vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášek č. 62/2013 Sb. a č. 405/2017 Sb. příloha 12 je součástí projektové dokumentace pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavebního povolení v části B. Souhrnná technická zpráva odstavce B.2.9 „Úspora energie a tepelná ochrana“.

Vyhláška č. 268/2009 Sb. ve znění Vyhlášky č. 20/2012 Sb. a č. 323/2017 Sb. v § 16 uvádí: „Budovy musí být navrženy a provedeny tak, aby spotřeba energie na jejich vytápění, větrání, umělé osvětlení, popřípadě klimatizaci byla co nejnižší. Energetickou náročnost je třeba ovlivňovat tvarem budovy, jejím dispozičním řešením, orientací a velikostí výplní otvorů, použitými materiály a výrobky a systémy technického zařízení budov. Při návrhu stavby se musí respektovat klimatické podmínky lokality.

Budovy musí být navrženy a provedeny tak, aby byly po dobu jejich užívání zaručeny požadavky na jejich tepelnou ochranu splňující:

- a) tepelnou pohodu uživatelů;*
- b) požadované tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov;*
- c) tepelně vlhkostní podmínky technologií podle různých účelů budov;*
- d) nízkou energetickou náročnost budov.*

Požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami.“

Z výše uvedeného vyplývá, že je třeba **respektovat funkční požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov** podle platné ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012.

Ukazatele energetické náročnosti budovy jsou dle Vyhlášky č. 262/2020 Sb.:

- a) primární energie z neobnovitelných zdrojů energie vztažená na metr čtvereční energeticky vztažené plochy,

- b) celková dodaná energie za rok vztažená na metr čtvereční energeticky vztažené plochy,
- c) dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, nucené větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení vnitřního prostoru budovy za rok vztažené na metr čtvereční energeticky vztažené plochy,
- d) průměrný součinitel prostupu tepla,
- e) součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
- f) účinnost technických systémů.

Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla a součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici se provede podle české technické normy pro výpočtové metody tepelné ochrany budov. Požadavky na energetickou náročnost nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie od 1. ledna 2022, stanovené výpočtem na nákladově optimální úrovni, jsou splněny, pokud hodnoty ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy uvedené v § 3 odst. 1 písm. a), b) a d) nejsou vyšší než referenční hodnoty ukazatelů energetické náročnosti pro referenční budovu

4.2.1 Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí

4.2.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Vnitřní povrchová teplota hodnotí v poměrném tvaru jako hodnota **teplotního faktoru vnitřního povrchu**. V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\phi_i \leq 60\%$ vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu dle následujícího vztahu:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

kde $f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-];
 $f_{Rsi,cr}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-];

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ je hodnota při které bude relativní vlhkost na vnitřním povrchu dosahovat předepsaného maxima. Způsoby stanovení:

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\phi_{i,r} / \phi_{si,cr})}$$

kde θ_{ai} je návrhová teplota vnitřního vzduchu, ve °C, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3;

θ_e návrhová vnější teplota podle ČSN 73 0540-3, ve °C, která se stanoví jako návrhová teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období (např. teplota venkovního vzduchu θ_{ae} u vnějších konstrukcí, teplota vnitřního vzduchu přilehlého prostředí u vnitřních konstrukcí a teplota zeminy u konstrukcí přilehlých k zemině);

$\varphi_{i,r}$ relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce, v %, která se určí:

a) pro prostory, v nichž je trvale a prokazatelně upravována vlhkost vzduchu vtechou, ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta\varphi_i$$

kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, trvale a prokazatelně zajišťovaná pro požadované užívání budovy nebo její ucelené části vtechou v prostoru podél celé hodnocené konstrukce;

$\Delta\varphi_i$ bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se $\Delta\varphi_i = 5 \%$;

b) pro ostatní prostory ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_f \cdot (\theta_{ae} + 5) + \Delta\varphi_i$$

kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3; kromě prostorů s vlhkým, mokrým nebo suchým prostředím se uvažuje $\varphi_i = 50 \%$;

$\Delta\varphi_f$ změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlivem teploty venkovního vzduchu, v K^{-1} ; uvažuje se $\Delta\varphi_f = 0,01 K^{-1}$;

θ_e návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období podle ČSN 73 0540-3, ve $^{\circ}C$;

$\Delta\varphi_i$ bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se $\Delta\varphi_i = 5 \%$;

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro výplně otvorů podle 4.6 je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100 \%$ (riziko orosování), pro ostatní konstrukce je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 80 \%$ (riziko růstu plísní).

Pro konstrukce v prostorách s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ lze pro stanovení kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ použít tabulku.

Tab. 4.2.1.1.1 Požadované hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$

Kce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [$^{\circ}C$]	Návrhová venková teplota θ_e [$^{\circ}C$]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Výplň otvoru	20,0	0,647	0,648	0,649	0,649	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
	20,3	0,649	0,650	0,651	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,651
	20,6	0,652	0,653	0,653	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,653
	20,9	0,654	0,655	0,655	0,656	0,656	0,656	0,656	0,655	0,655

	21,0	0,655	0,656	0,656	0,656	0,657	0,657	0,656	0,656	0,655
Stavební kce	20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
	20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
	20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
	20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
	21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785

Tab. 4.2.1.1.1 Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$

Kce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} ve °C	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Výplň otvoru	20,0	8,35	8,03	7,72	7,36	7,05	6,70	6,35	6,00	5,65
	20,3	8,61	8,30	7,98	7,67	7,32	6,97	6,62	6,28	5,89
	20,6	8,91	8,59	8,25	7,94	7,59	7,24	6,90	6,55	6,16
	20,9	9,17	8,86	8,51	8,21	7,86	7,52	7,17	6,79	6,44
	21,0	9,27	8,96	8,62	8,27	7,97	7,62	7,24	6,90	6,51
Stavební kce	20,0	11,68	11,36	11,04	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02
	20,3	11,98	11,62	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30
	20,6	12,23	11,92	11,59	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58
	20,9	12,53	12,21	11,85	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86
	21,0	12,60	12,29	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96

4.2.1.2 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce vytápěných nebo klimatizovaných budov musí mít v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ součinitel prostupu tepla U takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde U_N , ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, je požadovaná normová hodnota součinitele prostupu tepla.

Požadovaná a doporučená hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví:

- pro budovy s **převažující návrhovou vnitřní teplotou 20°C** (budovy obytné, občanské nevýrobní a nebytové s převážně dlouhodobým pobytem lidí a jiné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí od 18°C do 22°C včetně) a pro všechny návrhové venkovní teploty stanovujeme hodnotu U_N podle tabulky.
- pro ostatní budovy ze vztahu: $U_N = U_{N,20} \cdot e_1$

kde $U_{N,20}$ součinitel prostupu tepla z tabulky ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
 $e_1 = 16/(\theta_{im}-4)$, kde θ_{im} je převažující vnitřní teplota ve °C.

Tab. 4.2.1.2.1 Hodnoty součinitele typu budovy e_1

Převažující návrhová vnitřní teplota θ_{im} [°C]	Součinitel typu budovy e_1 [-]
14	1,21
15	1,17
16	1,13
17	1,09
18	1,00
19	1,00
20	1,00
21	1,00
22	1,00
23	0,92
24	0,90
25	0,88
26	0,85
27	0,83
28	0,81

Tab. 4.2.1.2.2 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20^\circ C$.

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $U_{N,20} [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez	0,30 ¹⁾	těžké: 0,25	0,18 až 0,12

tepelné izolace)			lehké: 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}		0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru		0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí		0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna částečně vytáp. prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾		0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ⁴⁾		1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně		2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně		2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří		1,5 ²⁾	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí		1,4 ⁷⁾	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)		1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru		3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí		3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí		2,6	1,7	1,4
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$, v m ² /m ² , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m ² ; A_w plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně	$f_w \leq 0,5$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$	$0,2 + f_w$	$0,15 + 0,85 \cdot f_w$
	$f_w > 0,5$	$0,7 + 0,6 \cdot f_w$		

k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP v m ²				
Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1,4	
Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾	-	1,3	0,9 – 0,7	
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,8	1,4	
1) Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 31.12.2012 přípouští hodnota 0,38 W/(m ² K). 2) Nejpozději do 31.12.2012 se přípouští hodnota 1,7 W/(m ² K). 3) Nemusí se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny způsobu užívání se zajišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni. 4) V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru. 5) Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy. 6) Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370. 7) Nejpozději do 31.12.2012 se přípouští hodnota 1,5 W/(m ² K).				

4.2.1.3 Pokles dotykové teploty podlahy

Podle [3], čl. 5.3 je nutné splnění požadavku na hodnotu poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$, ve °C a to následující podmínkou:

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

kde $\Delta\theta_{10,N}$ je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy, ve °C, dle tabulky

- Splnění výše uvedené podmínky není třeba ověřovat u podlah s trvalou nášlapnou celoplošnou vrstvou z textilní podlahoviny a u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než 26°C. Podlahy jsou automaticky v kategorii I.
- Pro podlahy s podlahovým vytápěním se pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$ stanovuje a ověřuje pro vnitřní povrchovou teplotu podlahy θ_{si} stanovenou bez vlivu vytápění při návrhové venkovní teplotě $\theta_e = 13^\circ\text{C}$.

Tab. 4.2.1.3.1 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$

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	od 6,9

Tab. 4.2.1.3.2 Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	dětský pokoj, ložnice	I.	
	obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	koupelna, WC	III.	II.
	předsíň před vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	učebna, kabinet	II.	
	tělocvična	II.	
	dětská místnost jeslí a školky	I.	
	operační sál, předsálí, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost	II.	
	chodba a předsíň nemocnice	III.	II.
	pokoj dospělých nemocných	II.	I.
	pokoj nemocných dětí	I.	
	pokoj intenzivní péče	II.	I.
	kancelář	II.	
	hotelový pokoj	II.	
	pokoj v ubytovně	III.	II.
	sál kina, divadla	II.	
	místa pro hosty v restauraci	III.	II.
	prodejna potravin	III.	
Výrobní budova	trvalé pracovní místo při sedavé práci	II.	
	trvalé pracovní místo bez podlahy nebo předepsané teplé obuvi	III.	II.
	sklad se stálou obsluhou	IV.	III.

4.2.1.4 Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a celoroční bilance kondenzace a vypařování

Stavební konstrukce navržena tak, aby v ní nedocházelo ke kondenzaci vodní páry, pokud by zkondenzovaná vodní pára ohrozila její požadovanou funkci, tedy:

$$M_c = 0$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohroží její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$, v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry,

je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ se použije 6 % jeho plošné hmotnosti;

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry,

je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce podle 6.1.2 [3] nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$.

4.2.1.5 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

Funkční spáry výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů musí nejvýše odpovídat příslušné požadované hodnotě třídy průvzdušnosti uvedené v tabulce. Pokud je budova složena z ucelených částí s odlišnými požadavky (výška, způsob větrání), posuzuje se každá část samostatně. Na rozhraní takových ucelených částí platí přísnější z požadavků. Třídy LP1 a LP2 odpovídají klasifikaci lehkých obvodových plášťů podle ČSN EN 12 152

Tab. 4.2.1.5.1 Požadované hodnoty třídy průvzdušnosti vztahované na délku spáry

Funkční spára ve výplni otvoru	Požadovaná hodnota třídy průvzdušnosti	
	Budova s větráním přirozeným nebo kombinovaným	Budova s větráním výlučně nuceným
Lehký obvodový plášť	LP1	LP2

Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její ucelené části se může ověřit pomocí celkové intenzity větrání n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h^{-1} , stanovené experimentálně. Doporučuje se splnění podmínky:

$$n_{50} \leq n_{50,N}$$

kde $n_{50,N}$ je hodnota celkové intenzity větrání při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h^{-1} , která se stanoví podle tabulky

Jako projektový předpoklad se pro výpočet energetické náročnosti budovy použijí hodnoty doporučené podle tabulky, pokud nebyly hodnoty zjištěné měřením, například při dodatečném vyhodnocení realizované budovy nebo při přípravě energetické obnovy budovy.

Tab. 4.2.1.5.2 Doporučené a cílové hodnoty celkové intenzity větrání $n_{50,N}$

Větrání v budově	$n_{50,N} [\text{h}^{-1}]$	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní domy)	0,6	0,4

Doporučuje se, aby průvzdušnost místností, kde se použije nuceného větrání nebo klimatizace, byla velmi malá. Hodnotí se pomocí výpočtem stanovené intenzity přirozené výměny vzduchu bez započtení funkce větracího nebo klimatizačního zařízení n , v h^{-1} , pro zimní návrhové podmínky. Doporučuje se, aby takto stanovená intenzita větrání splňovala požadavek:

$$n \leq 0,05 \text{ h}^{-1}$$

pokud zvláštní předpisy a provozní podmínky nepožadují hodnoty vyšší (např. v nouzovém provozním režimu při výpadku větracího nebo klimatizačního zařízení).

4.2.1.6 Tepelná stabilita místností v zimním období

Kritická místnost (tj. vnitřní prostor) vykazovat na konci doby chladnutí, tj. na konci otopné přestávky t pokles výsledné teploty podle 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, ve $^{\circ}\text{C}$.

Tab. 4.2.1.6.1 Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období

Druh místnosti (prostoru)	$\Delta \theta_{v,N}(t) [^{\circ}\text{C}]$
<u>S pobytem lidí po přerušení vytápění:</u> - při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně; - při vytápění kamny a podlahovém vytápění.	3 4
<u>Bez pobytu lidí po přerušení vytápění:</u> - při přerušení vytápění otopnou přestávkou - budova masivní - budova lehká; - při předepsané nejnižší výsledné teplotě $\theta_{r,min}$; - při skladování potravin; - při nebezpečí zamrznutí vody.	6 8 $\theta_i - \theta_{r,min}$ $\theta_i - 8$ $\theta_i - 1$
Nádrže s vodou (teplota vody)	$\theta_i - 1$

4.2.1.7 Tepelná stabilita místností v letním období

Kritická místnost (tj. vnitřní prostor) vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$ ($^{\circ}\text{C}$) tak, aby byla splněna podmínka:

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

Tab. 4.2.1.7.1 Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období

Druh budovy	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N} [^{\circ}\text{C}]$
Nevýrobní	27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla do $25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}$ včetně	29,5
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla nad $25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-3}$	31,5

4.2.1.8 Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Lineární i bodový činitel prostupu tepla Ψ_k , ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, a χ_j , ve $\text{W}\cdot\text{K}^{-1}$, tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí u budov s převažující vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20^{\circ}\text{C}$ splňovat podmínku

$$\Psi_k \leq \Psi_{k,N} \quad \chi_j \leq \chi_{j,N}$$

Tab. 4.2.1.7.1 Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla $\Psi_{k,N}$ a $\chi_{j,N}$ tepelných vazeb mezi konstrukcemi

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla $\Psi_{k,N}$ [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]		
	hodnoty požadované	hodnoty doporučené	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkon, markýzu či arkýř, vnitřní stěnu a strop (při vnitřní izolaci), aj.	0,20	0,10	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. na okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním ostění a v nadpraží	0,10	0,03	0,01
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,30	0,10	0,02
Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla $\chi_{j,N}$ [W·K]		
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02

4.2.2 Průměrný součinitel prostupu tepla – hodnocení dle ČSN 73 0540-2:2011

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , ve W·m⁻²·K⁻¹, budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku:

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

kde $U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla, ve W·m⁻²·K⁻¹

Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanoví:

- a) pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20$ °C a pro všechny návrhové venkovní teploty podle tabulky;

Převažující návrhová vnitřní teplota θ_{im} , ve °C, odpovídá návrhové vnitřní teplotě θ většiny prostorů v budově. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20$ °C, pro které platí tabulka, se považují všechny budovy obytné (nevýrobní bytové), občanské (nevýrobní nebytové) s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud vypočítaná převažující návrhová vnitřní teplota θ_{im} je v intervalu od 18 °C do 22 °C včetně.

b) pro ostatní budovy ze vztahu:

$$U_{em,N} = U_{em,N,20} \cdot e_1$$

kde $U_{N,20}$ je průměrný součinitel prostupu tepla z tabulky ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
 e_1 součinitel typu budovy

Průměrný součinitel obálky budovy U_{em} , ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, se stanovuje ze vztahu

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

kde H_T je měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789, ve $W \cdot K^{-1}$, stanovená ze součinitelů prostupu tepla U_j všech teplosměnných konstrukcí tvořících obálku budovy na její systémové hranici dané vnějšími rozměry, jejich ploch A_j určených z vnějších rozměrů, odpovídajících teplotních redukčních činitelů b_j , lineárních činitelů prostupu tepla Ψ_j včetně jejich délky a bodových činitelů prostupu tepla χ_j včetně jejich počtu podle ČSN 73 0540-4;
 A teplosměnná plocha obálky budovy, v m^2 , stanovená součtem ploch A_j

Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanoví výpočtem pro každý posuzovaný případ metodou referenční budovy, nejvýše však je rovna příslušné hodnotě podle tabulky. Referenční budova je virtuální budova stejných rozměrů a stejného prostorového uspořádání jako budova hodnocená, shodného účelu a shodného umístění, na jejíchž všech plochách obálky budovy jsou použity konstrukce se součiniteli prostupu tepla právě odpovídajícími příslušné normové hodnotě. Pokud součet ploch výplní otvorů tvoří více než 50 % teplosměnné části obvodových stěn budovy, započte se takto pouze 50 % a ve zbytku se uvažuje normová hodnota součinitele prostupu tepla neprůsvitného obvodového pláště.

Hodnota $U_{em,ref}$ referenční budovy se stanoví jako vážený průměr normových hodnot součinitelů prostupu tepla všech teplosměnných ploch podle vztahu:

$$U_{em,ref} = \Sigma (U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_{ji}) / \Sigma A_i + 0,02$$

kde $U_{N,j}$ je odpovídající normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce, v $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
 A_j plocha j-té teplosměnné konstrukce stanovená z vnějších rozměrů, v m^2 ;
 b_j teplotní redukční činitel odpovídající j-té konstrukci.

Tab. 4.2.2.1 Požadované a doporučené hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 20 °C

	Požadované hodnoty $U_{em,N,20} [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	Doporučené hodnoty $[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$
Obytné budovy	Výsledek výpočtu nejvýše však 0,5	$0,75 \cdot U_{em,N,20}$
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu nejvýše však hodnota: <i>Pro objemový faktor tvaru:</i> $A/V \leq 0,2 \quad U_{rq, N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0 \quad U_{rq, N,20} = 0,45$ <i>Pro ostatní hodnoty A/V</i> $U_{rq, N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$	$0,75 \cdot U_{em,N,20}$

4.2.3 Energetický štítek obálky budovy dle CSN 730540-2:2011

Protokol k energetickému štítku obálky budovy a energetický štítek obálky budovy jsou přehledné technické dokumenty, kterými je možné doložit splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy.

Obsahem protokolu k energetickému štítku obálky budovy je základní soubor údajů popisujících tepelné chování budovy a jejich konstrukcí. Energetický štítek obálky budovy obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a její grafické vyjádření.

Základní soubor údajů protokolu k energetickému štítku obálky budovy je:

- identifikace budovy (druh, adresa, katastrální a územní číslo),
- identifikace vlastníka nebo společenství vlastníků, popř. stavebníka (název, popř. jméno, adresa),
- popis budovy (objem vytápěné zóny V, celková plocha A ochlazovaných konstrukcí obalujících vytápěnou zónu, objemový faktor tvaru budovy A/V),
- klimatické podmínky budovy (převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in} , venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e),
- charakteristika energeticky významných parametrů teplosměnných konstrukcí (plochy A_i , součinitele prostupu tepla U_i , lineární a bodové činitele Ψ a χ tepelných vazeb mezi konstrukcemi, činitele teplotní redukce b_i , měrné ztráty prostupem tepla H_{Ti} konstrukcemi a tepelnými vazbami),
- údaje o prostupu tepla obálkou budovy (měrná ztráta prostupem tepla H_T , průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , jeho požadovaná normová hodnota $U_{em,N,rq}$),
- údaje o zpracování (jméno a adresa zpracovatele, datum, podpis).

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

Třídy prostupu tepla obálkou budovy se klasifikují podle tabulky podle požadované normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,rq}$.

Tab. 4.2.3.1 Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Kód barvy (CMYK)	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI
A	X0X0	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	$\Leftrightarrow 0,5$ $\Leftrightarrow 0,75$ $\Leftrightarrow 1,0$ $\Leftrightarrow 1,5$ $\Leftrightarrow 2,0$ $\Leftrightarrow 2,5$
B	70X0	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	
C	30X0	$0,75 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	Vyhovující	
D	00X0	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	
E	03X0	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	
F	07X0	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nehospodárná	
G	0XX0	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nehospodárná	

4.2.4 Průměrný součinitel prostupu tepla – hodnocení dle Vyhl. 264/2020 Sb.

Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy $U_{em,R}$ se stanoví:

$$U_{em,R} = \sum H_{T,R,j} / \sum A_j + f_R \cdot \Delta U_{em,R}$$

kde $H_{T,R,j}$ je referenční měrný tepelný tok prostupem j -tou teplosměnnou konstrukcí obálky budovy ve $W \cdot K^{-1}$

A_j plocha j -té teplosměnné konstrukce obálky budovy s referenčním měrným tepelným tokem prostupem $H_{T,R,j} > 0$ v m^2 stanovená z vnějších rozměrů

f_R redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla

$\Delta U_{em,R}$ referenční hodnota přírážky na vliv tepelných vazeb ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

Referenční měrný tepelný tok prostupem j -tou teplosměnnou konstrukcí obálky budovy $H_{T,R,j}$ se stanoví:

$$H_{T,R,j} = A_j \cdot U_{R,j} \cdot b_j$$

přičemž pro podlahovou konstrukci na zemině v zónách s $\theta_{im} > 5^\circ C$ je referenční ustálený měrný tepelný tok prostupem $H_{T,R,j}$ roven nejméně:

$$H_{T,R,min,j} = A_j \cdot U_{R,j} \cdot (\vartheta_{im} - 5) / (\vartheta_{im} - \vartheta_e)$$

kde $U_{R,j}$ je referenční hodnota součinitele prostupu tepla j -té teplosměnné konstrukce obálky budovy, ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

- b_j teplotní redukční činitel j -té teplosměnné konstrukce obálky budovy, bezrozměrný, stanovený podle ČSN 73 0540-2, s tím, že nejnižší hodnota je 0;
- ϑ_{im} převažující návrhová vnitřní teplota v zóně přilehlé k j -té teplosměnné konstrukci obálky budovy, ve °C, podle ČSN 730540-2;
- ϑ_e návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období, ve °C, podle ČSN 730540-3.

Referenční hodnota součinitele prostupu tepla j -té teplosměnné konstrukce obálky budovy $U_{R,j}$ se stanoví:

- a) pro konstrukci obálky budovy v zóně provozované jako mrazírna nebo chladírna podle vztahu

$$U_{R,j} = U_{N,j}$$

kde $U_{N,j}$ je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j -té teplosměnné konstrukce obálky budovy, ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, stanovená pro návrhovou vnitřní teplotu v přilehlé zóně podle ČSN 14 8102, přičemž pro výplně otvorů se použije požadovaná hodnota pro obvodové stěny zvýšená o 30 %

- b) pro konstrukci obálky budovy v ostatních zónách

$$U_{R,j} = f_R \cdot e_1 \cdot U_{N,20,j}$$

kde e_1 je součinitel typu zóny přilehlé k j -té teplosměnné konstrukci obálky budovy, který se stanoví:

- pro zóny s ϑ_{im} od 18 °C do 22 °C včetně jako $e_1 = 1$
- pro ostatní zóny jako $e_1 = 16 / \text{abs}(\vartheta_{im} - 4)$; nejméně však 0,75 a nejvýše však 1,75

$U_{N,20,j}$ požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j -té teplosměnné konstrukce obálky budovy, ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, stanovená pro převažující návrhovou vnitřní teplotu ϑ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně podle ČSN 73 0540-2 s výjimkou lehkého obvodového pláště, pro jehož neprůsvitné výplně se použije požadovaná normová hodnota $U_{N,20}$ podle ČSN 73 0540-2 pro vnější stěnu a pro průsvitné výplně požadovaná normová hodnota $U_{N,20}$ podle ČSN 73 0540-2 pro výplň otvoru ve vnější stěně

Tab. 4.2.4.1 Parametry a hodnoty referenční budovy

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota	
			Dokončená budova a její změna	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	f_R	-	1,0	0,7
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy nebo ucelené části	$U_{em,R}$	W/(m ² ·K)	výpočet dle Přílohy 1 Vyhl. Č.264/2020 Sb.	

budovy			
Součinitel prostupu tepla vnitřních konstrukcí	$U_{R,int}$	W/(m ² ·K)	doporučená hodnota podle ČSN 730540-2
Přirážka na vliv tepelných vazeb	$\Delta U_{em,R}$	W/(m ² ·K)	0,02

Tab. 4.2.4.2 Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy						Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Celková dodaná energie	Dílní dodaná energie			U _{em}	
			Teplá voda a úprava vlhkosti	Vytápění a chlazení	Osvětlení vnitřního prostoru budovy a nucené větrání		
A	0,8 × E _R	0,7 × E _R	0,7 × E _R	0,6 × E _R	0,5 × E _R	0,7 × E _R	Mimořádně úsporná
B	1,2 × E _R	0,9 × E _R	0,8 × E _R	0,8 × E _R	0,7 × E _R	0,9 × E _R	Velmi úsporná
C	1,6 × E _R	1,2 × E _R	1 × E _R	1,1 × E _R	0,9 × E _R	1,2 × E _R	Úsporná
D	2,3 × E _R	1,5 × E _R	1,2 × E _R	1,5 × E _R	1,2 × E _R	1,7 × E _R	Méně úsporná
E	3 × E _R	2 × E _R	1,4 × E _R	2 × E _R	1,5 × E _R	2,3 × E _R	Nehospodárná
F	3,7 × E _R	2,5 × E _R	1,6 × E _R	2,5 × E _R	2 × E _R	2,9 × E _R	Velmi nehospodárná
G							Mimořádně nehospodárná

4.3 Denní osvětlení

Úroveň denního osvětlení v **obytných budovách**, pro které jsou stanovena následující kritéria, je posuzováno podle ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov + Z1:2019 a ČSN EN 17 037 Denní osvětlení budov:2019, která je z hlediska navrhování a provádění staveb závazná dle Vyhl. č. 268/2009 Sb. ve znění Vyhlášky č. 20/2012 Sb. a č. 323/2017 Sb.

Podle [9] čl. 4.2.2 v nově navrhovaných budovách musí mít vždy vyhovující denní osvětlení **obytné místnosti bytů**. Podle [10] čl. 3.2.1 **u obytných místností s horním denním osvětlením a u obytných místností s kombinovaným denním osvětlením**, u kterých je podíl

horního osvětlení na průměrné hodnotě činitele denní osvětlenosti D_m roven nejméně jedné polovině, je průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 2%. Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti D_m se určuje jako aritmetický průměr hodnot v kontrolních bodech zvolené pravidelné sítě na vodorovné srovnávací rovině podle ČSN 73 0580-1 článek 4.1.11 a to buď v celém rozsahu vnitřního prostoru, nebo v jeho funkčně vymezené oblasti.

Podle [10], článek 3.2.2 **v obytných místnostech s bočním denním osvětlením** musí být ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, ale nejdále 3 m od okna, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn, hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % a průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti z obou těchto bodů nejméně 0,9 %. Jsou-li okna ve dvou stýkajících se stěnách, postačí, je-li tento požadavek splněn alespoň u jedné z obou dvojic kontrolních bodů.

Požadavky na úroveň denního osvětlení v **ostatních budovách** jsou zakotveny v ČSN EN 17 037:2019 dle výpočetní metody s použitím činitele denní osvětlenosti. Činitelé denní osvětlenosti se počítají v síti kontrolních bodů, která je umístěna 0,85 m nad podlahou dané oblasti. Vzdálenost jednotlivých bodů je dána vztahem dle odstavce B.2 [8]. Z oblasti sítě bodů uvnitř prostoru se má vyloučit pruh o šířce 0,5 m od stěn, pokud není uvedeno jinak. Po výpočtu č.d.o se prověří, zda se č.d.o. v požadované oblasti prostoru rovnají nebo jsou vyšší než cílové hodnoty (D_{TM} a D_T) uvedené v tabulkách A.3 a A.4 [8]. Hodnoty cílového činitele denní osvětlenosti D_T a minimálního cílového činitele denní osvětlenosti D_{TM} se stanoví:

D_T je cílový činitel denní osvětlenosti vztažený k dané osvětlenosti, která má být překročena po více než polovinu doby s denním světlem na minimálně **50 % srovnávací roviny**. Například při požadavku na osvětlenost 300 lx se D_T stanoví:

$$D_T = \frac{\text{osvětlenost}}{E_{v,d,med}} = \frac{300 \text{ lx}}{E_{v,med}} \times 100 \text{ [%]}$$

kde $E_{v,d,med}$ je medián oblohové vodorovné osvětlenosti, v lx. Hodnoty $E_{v,d,med}$ pro všechny

hlavní města 33 členských zemí CEN jsou uvedeny v tabulce A.3. [8] (pro Prahu je hodnota 17 400). $E_{v,d,med}$ je osvětlenost vytvořená oblohovým světlem na vodorovném zemském povrchu, vyskytující se po polovinu doby s denním světlem (2 190 h) v průběhu roku.

D_{TM} je minimální cílový činitel denní osvětlenosti vztažený k dané osvětlenosti, která má být překročena po více než polovinu doby s denním světlem na minimálně **95 % prostoru**. D_{TM} má sloužit jako ochrana proti nedostatečnému dennímu osvětlení. Podobně jako D_T , například při požadavku na osvětlenost 100 lx, se D_{TM} stanoví:

$$D_{TM} = \frac{\text{osvětlenost}}{E_{v,d,med}} = \frac{100 \text{ lx}}{E_{v,med}} \times 100 \text{ [%]}$$

kde je $E_{v,d,med}$ medián oblohové vodorovné osvětlenosti, v lx.

Dle přílohy B [9] se hodnotí **kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu**. Dle B.1 jako kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu slouží činitel denní osvětlenosti D_w (%) roviny zasklení okna z vnější strany. Tímto kritériem se nehodnotí úroveň denního osvětlení ve vnitřním prostoru ve vztahu k fyziologickým potřebám jeho uživatelů, ale míra zavinění případného nevyhovujícího stavu denního osvětlení venkovním stíněním.

Kritérium se použije pro hodnocení stínění stávajících vnitřních prostorů novými stavbami nebo jejich novými částmi. Stínění stávajících vnitřních prostorů se považuje za vyhovující, jsou-li dodrženy požadované hodnoty podle tabulky 19.

Tab. 4.3.1 Požadované nejnižší hodnoty činitele denní osvětlenosti D_w (%) roviny zasklení okna

Kategorie	Typ posuzovaného prostoru, charakter lokality	Nejnižší D_w (%)
1	Prostory s vysokými nároky na denní osvětlení (denní místnosti zařízení pro předškolní výchovu, učebny škol apod.)	35
2	Běžné prostory s trvalým pobytem lidí	32
3	Prostory s trvalým pobytem lidí v souvislé řadové zástavbě v centrech měst	29
4	Prostory s trvalým pobytem lidí v mimořádně stísněných podmínkách historických center měst	24

4.4 Proslunění objektu

Dle §13 Vyhlášky č. 268/2009 Sb. ve znění Vyhlášky č. 20/2012 Sb. a č. 323/2017 Sb.: „Prosluněny musí být všechny byty a ty pobytové místnosti, které to svým charakterem a způsobem využití vyžadují. Přitom musí být zajištěna zraková pohoda a ochrana před oslněním, zejména v pobytových místnostech určených pro zrakově náročné činnosti.“

Dle ČSN EN 17 037:2019 má být minimální doba proslunění zajištěna v nemocničních pokojích, a v místnostech pro dětské hry v mateřských školách a **alespoň v jedné obytné místnosti bytů**. Minimální doba proslunění znamená minimální počet hodin, během kterých pro referenční den v roce při jasné obloze dopadá do prostoru přímé sluneční světlo.

Doba proslunění se ověřuje v prostoru, do kterého dopadají sluneční paprsky. Kontrola se provádí **v kontrolním bodě P** (bod umístěný na vnitřní rovině osvětlovacího otvoru ve středu jeho šířky), přičemž se uvažuje tolik osvětlovacích otvorů, kolik je nezbytných k dosažení doporučené hodnoty. Kontrolní bod se nachází minimálně 1,2 m nad podlahou a 0,3 m nad parapetem osvětlovacího otvoru, pokud existuje. U osvětlovacího otvoru bez parapetu se kontrolní bod umísťuje 1,2 m nad podlahou.

Dle znění ČSN 73 4301 změny Z4: 2019 dle článku 4.3.2 se **obytná místnost považuje za prosluněnou**, jsou-li splněny následující podmínky:

- přímé sluneční záření musí po stanovenou dobu vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, krytými průhledným a barvy nezkreslujícím materiálem, jejichž celková plocha vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna **nejméně jedné desetíně podlahové plochy místnosti**; nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru musí

být alespoň 900 mm; šířka oken umístěných ve skloněné střešní rovině může být menší, **nejméně však 700 mm**;

- b) sluneční záření musí po stanovenou dobu dopadat na **kritický bod P** na vnitřní rovině osvětlovacího otvoru ve výšce 300 mm nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, ale nejméně 1200 mm nad úrovní podlahy posuzované místnosti;
- c) při zanedbání oblačnosti musí být dne 1. března **doba proslunění nejméně 90 minut**. Požadovanou dobu proslunění pro den 1. března lze nahradit bilancí, při které je mimo přestupné roky celková doba proslunění ve dnech od 10. února do 21. března **včetně 3600 minut** (jedná se o 40 dní s průměrnou dobou proslunění 90 minut).

Dle článku 4.3.3 ČSN 73 4301-2:2004 Obytné budovy se bere v úvahu stínění nejen dle současného stavu okolí, ale také možnost pozdějších změn v případě realizace výstavby **podle podmínek územního rozhodnutí** nebo podle regulačního plánu, popř. **územního plánu**, jsou-li pro dané území schváleny.

Dle článku 4.3.4 při umísťování obytné budovy do území je nutno prověřit dodržení uvedených podmínek podle článku 4.3.2 také **u obytných místností stávajících budov**. V obytných místnostech stávajících budov **není nutno tyto podmínky dodržet**, jedná-li se o doplnění stávající souvislé zástavby výstavbou v prolukách, popř. formou nástaveb a přístaveb, jestliže doplněná budova zachovává půdorysný rozsah a výškovou úroveň zástavby sousedních budov, popř. jestliže je v souladu s podmínkami podle článku 4.3.3.

Dle článku 4.3.5 platí, že venkovní zařízení a pozemky v okolí obytných budov sloužící k rekreaci jejich obyvatel, mají mít **alespoň polovinu plochy osluněnou nejméně 3 hodiny** dne 1. března.

Metody pro ověřování doby proslunění jsou zakotveny v příloze D normy ČSN EN 17 037:2019. *Řešení je provedeno v příloze této zprávy.*

5 Popis objektu

Stavba se nachází v řadové zástavbě ve městě Olomouc v ulici Litovelská. Severozápadní a jihovýchodní stěny objektu sousedí s domy v řadové zástavbě. Jihozápadní stěna je orientovaná do ulice. Severovýchodní stěna je orientovaná do dvora.

Objekt je navržen jako pětipodlažní. 1. podlaží je suterén, 4 další podlaží jsou nadzemní. Hlavní vstup do objektu je z ulice, vedlejší vstup do objektu a vjezd do jednotlivých garáží je ze dvora. Objekt má 8 bytových jednotek, z toho jedna bytová jednotka je bezbariérová.

Konstrukční systém objektu je příčný. Nosné obvodové a vnitřní zdivo bude z vápenopískových cihel tl. 240 mm. Akustické zdivo bude z vápenopískového zdiva tl. 240 mm. Nenosné příčkové stěny jsou navrženy z vápenopískového zdiva tl. 115 mm. Vodorovné nosné stropní konstrukce budou monolitické železobetonové jednostranně vyztužené desky tloušťky 200 mm. Konstrukce krovu bude ze dřeva, střešní krytina bude z betonových fotovoltaických tašek, zateplení střechy bude minerální vatou (mezi a pod krokvi). Objekt bude zateplen kontaktním zateplovacím systémem dle ETICS.

6 Charakteristika posuzovaných konstrukcí

Konstrukce posuzované z hlediska akustiky:

Konstrukce posuzované z hlediska vzduchové neprůzvučnosti:

S12 Mezibytová nosná stěna: tl. 240 mm – je stěna zděná z vápenopískového zdiva, omítnuta je vápenocementovou omítkou tl. 10 mm.

S13 Nenosná stěna: (příčka) v rámci jednoho bytu tl. 115 mm – je stěna zděná z vápenopískového zdiva, omítnuta je vápenocementovou omítkou tl. 10 mm.

S12 Nosná stěna: mezi bytem a komunikačním prostorem tl. 240 mm – je stěna zděná z vápenopískového zdiva, omítnuta je vápenocementovou omítkou tl. 100 mm.

P4 Stropní konstrukce: mezi byty – je nosná monolitická žb deska tl. 200 mm s podlahou tl. 120 mm. Nášlapná vrstva podlahy je keramická dlažba tl. 10 mm lepená cementovým lepidlem tl. 5 mm. Roznášecí vrstva je anhydrit o tloušťce 42 mm. Kročejová izolace je podlahová čedičová deska tl. 40 mm (ISOVER N).

P5 Stropní konstrukce: nad technickou místností – je nosná monolitická železobetonová deska tl. 200 mm s podlahou tl. 120 mm. Nášlapná vrstva podlahy je laminát tl. 10 mm uložen na pěnovém polyethylenu tl. 3 mm. Roznášecí vrstva je anhydrit o tloušťce 46 mm. Kročejová izolace je podlahová čedičová deska tl. 40 mm (ISOVER N).

Konstrukce posuzované z hlediska kročejové neprůzvučnosti:

P4 Stropní konstrukce: mezi byty – je nosná monolitická žb deska tl. 200 mm s podlahou tl. 120 mm. Nášlapná vrstva podlahy je keramická dlažba tl. 10 mm lepená cementovým lepidlem tl. 5 mm. Roznášecí vrstva je anhydrit o tloušťce 42 mm. Kročejová izolace je podlahová čedičová deska tl. 40 mm (ISOVER N).

Konstrukce posuzované z hlediska tepelné techniky:

S1a Obvodová nosná stěna – je stěna zděná z vápenopískového zdiva tl. 240 mm, kontaktně zateplená minerální vatou z čedičových vláken tl. 200 mm (ISOVER TF Thermo), povrchová úprava v exteriéru je minerální šlechtěná omítka tl. 2 mm. Z vnitřní strany je stěna omítnuta vápenocementovou omítkou tl. 10 mm.

S3 Obvodová nosná stěna sokl - je stěna zděná z vápenopískového zdiva tl. 240 mm, kontaktně zateplená extrudovaným polystyrenem tl. 200 mm (ISOVER EPS SOKL 3000). Stěna je opatřena modifikovaným sbs asfaltovým hydroizolačním pásem tl. 4 mm. V exteriéru je stěna opatřena marmolitovou omítkou tl. 2 mm. Z vnitřní strany je stěna omítnuta vápenocementovou omítkou tl. 10 mm.

S2a Obvodová nosná stěna v zástavbě - je stěna zděná z vápenopískového zdiva tl. 240 mm, kontaktně zateplená minerální vatou z čedičových vláken tl. 50 mm (ISOVER TF Thermo). Z vnitřní strany je stěna omítnuta vápenocementovou omítkou tl. 10 mm.

P5 Podlaha nad suterénem - je nosná monolitická železobetonová deska tl. 200 mm s podlahou tl. 120 mm. Nášlapná vrstva podlahy je laminát tl. 10 mm uložen na pěnovém polyethylenu tl. 3 mm. Roznášecí vrstva je anhydrit o tloušťce 46 mm. Kročejová izolace je podlahová čedičová deska tl. 40 mm (ISOVER N). Stropní konstrukce je opatřena tepelnou izolací z čedičových vláken tl. 100 mm (ISOVER NF 333).

P6 Podlaha nad suterénem - je nosná monolitická žb deska tl. 200 mm s podlahou tl. 120 mm. Nášlapná vrstva podlahy je keramická dlažba tl. 10 mm lepená cementovým lepidlem tl. 5 mm. Roznášecí vrstva je anhydrit o tloušťce 42 mm. Kročejová izolace je podlahová čedičová deska tl. 40 mm (ISOVER N). Stropní konstrukce je opatřena tepelnou izolací z čedičových vláken tl. 100 mm (ISOVER NF 333).

P10 Pochozí terasa - je nosná monolitická žb deska tl. 200 mm s podlahou tl. 250 mm. Nášlapná vrstva podlahy je keramická dlažba tl. 20 mm uložená na rektifikačních terčích. Izolace stropní desky je pomocí spádových PIR desek tl. 75 – 33 mm a PIR desek tl. 120 mm (Kingspan therma TR 26FM). Parotěsná zábrana je SBS modifikovaný asfaltový pás tl. 3 mm. Hydroizolace terasy je pomocí samolepícího SBS modifikovaného asfaltového pásu tl. 3 mm + celoplošně nataveného SBS modifikovaného asfaltového pásu tl. 4,5 mm. Vnitřní povrchová úprava stropu je vápenocementová omítka tl. 10 mm.

S15 Střecha – je šikmá sedlová, dřevěný krov s novodobou vaznicovou soustavou. Střecha je zateplena mezi a pod krokvemi. Mezi krokvemi je střecha zateplena minerální vatou tl. 200 mm (ISOVER UNIROL PROFI). Pod krokvemi je střecha zateplena v tl. 80 mm (2x40 mm) tepelně izolačními deskami z minerálních vláken (ISOVER TOPSIL). Střešní plášť je chráněn parotěsnicí zábranou tl. 1 mm (DEKFOL N AL 170).

Výplně otvorů:

Okna i dveře jsou plastová s šestikomorovým izolačním systémem, opatřena izolačními trojskly (4-18-4-18-4), R_w 39 dB. Okna s protihlukovým zasklením mají hodnotu R_w = 47 dB.

OZN.	b [m]	h [m]	A [m ²]	A _g [m ²]	A _f [m ²]	l _g [m]	ψ_g [W/mK]	U _f [W/m ² K]	U _g [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]
O4	2,50	1,88	4,69	3,54	1,15	10,87	0,03	0,90	0,50	0,67
O5	2,50	2,38	5,95	4,70	1,32	12,89	0,03	1,30	0,60	0,82
O6	2,50	2,38	5,95	4,70	1,32	12,89	0,03	0,90	0,50	0,65
O7	2,50	1,50	3,75	2,73	1,02	9,37	0,03	0,90	0,50	0,68
O8	2,50	2,00	5,00	3,81	1,19	11,37	0,03	1,30	0,60	0,83
O9	0,66	1,39	0,92	0,56	0,22	3,18	0,03	1,00	0,50	0,77

7 Výpočet a vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu

7.1 Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky

Vlastní výpočet pro stanovení jednočíselných hodnot vzduchové a kročejové neprůzvučnosti navržených konstrukcí je proveden podle metodiky uvedené v normě ČSN EN 717 a ČSN 73 0532:2020. Hodnoceny byly konstrukce:

Tab. 7.1.1 Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí

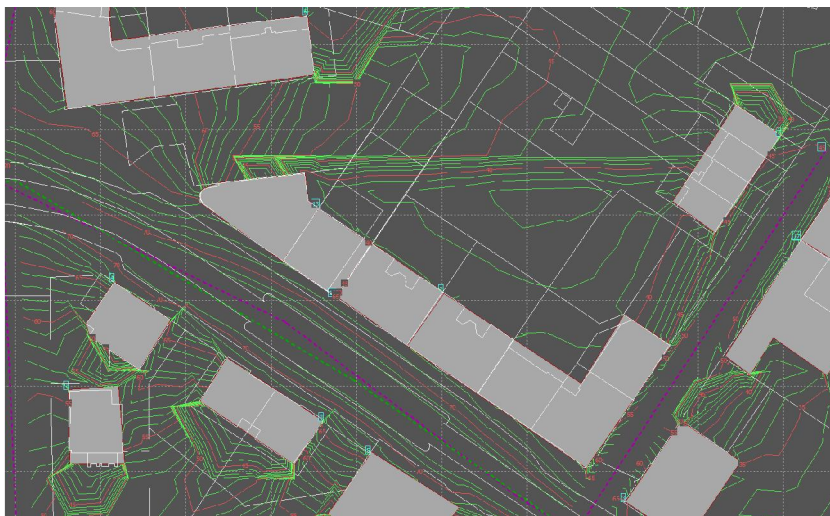
Konstrukce – typ, popis	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek ČSN 73 0532 (dB)	
	R'_w	$L'_{w,N}$	min. R'_w	max. L'_w
S12 – MEZIBYTOVÁ STĚNA	54	-	53	-
S13 – BYTOVÁ PŘÍČKA	42	-	40	-
S12 – STĚNA MEZI BYTEM A SCHODIŠTĚM	54	-	52	-
P4 – STROP MEZI BYTY	67,42	38,54	54	53
P5 – STROP NAD TECHNICKOU M.	67,76	-	54	-

Navržené a výpočtem ověřené konstrukce uvedených skladeb z hlediska zvukoizolačních vlastností budou splňovat požadavky platné legislativy za uvedených podmínek.

7.2 Urbanistická akustika (hluková studie)

7.2.1 Rozbor akustické situace, zdroje hluku

- Rozbor akustické situace, popis lokality
- Zdroje hluku – liniový zdroj hluku, komunikace je ve vzdálenosti 3,2 m od objektu, dle ŘSD zde denně projede v průměru 9080 vozidel. Maximální povolená rychlost je 50 km/h. Dále vede v ulici tramvajová trať s průměrnou intenzitou 100 tramvají za den. Trať je vzdálena 10 m od objektu.
- Zdroje hluku – bodové zdroje – v okolí objektu se nenachází žádné bodové zdroje.
- Schéma řešené situace se zobrazením izofon

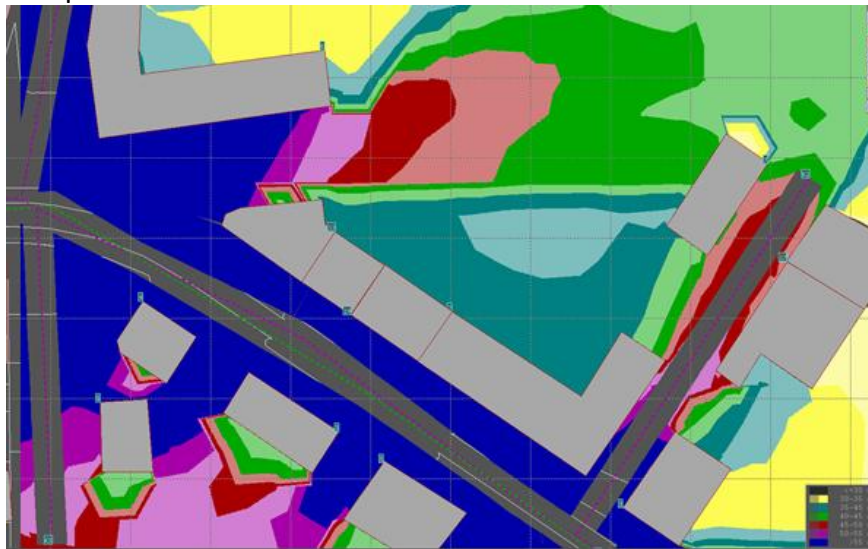


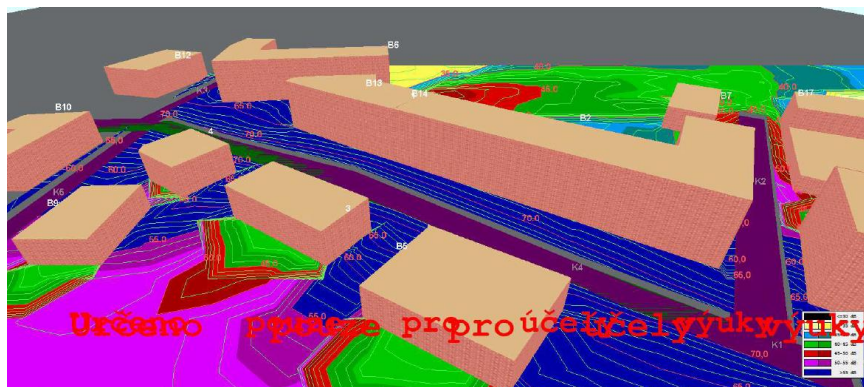
7.2.2 Posouzení hlukové situace

Liniový zdroj – městská komunikace (silnice II třídy) + tramvajová trať

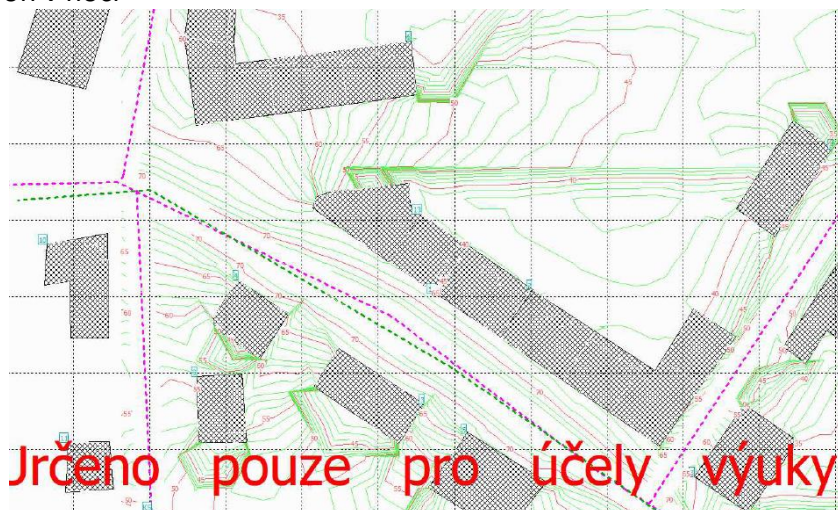
Posouzení bylo provedeno pomocí programu HLUK+.

Zobrazení pásen přes den

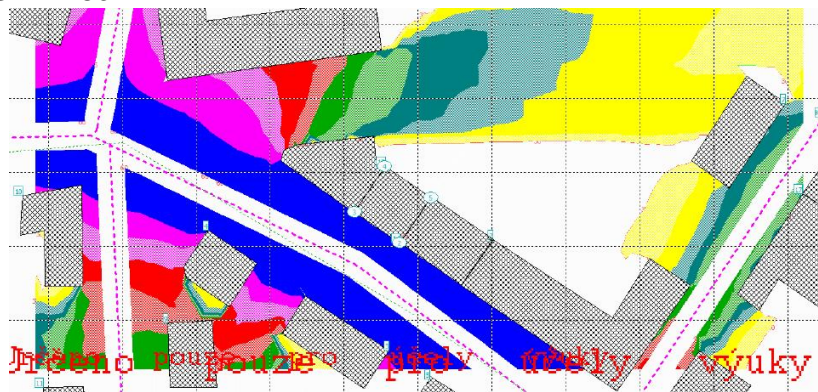




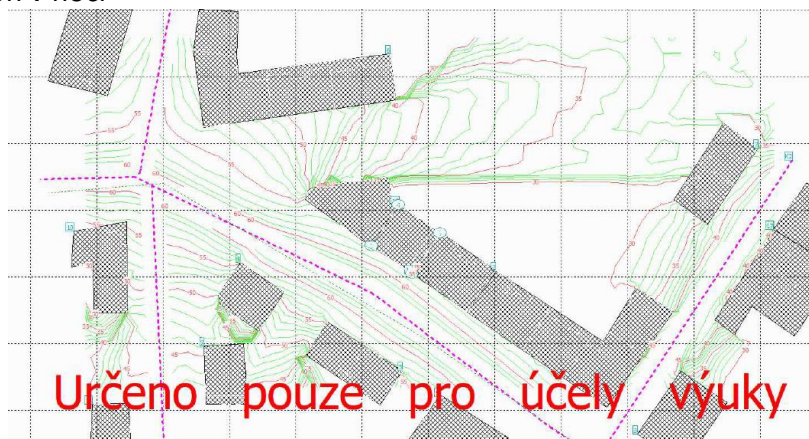
Zobrazení izofon v noci



Zobrazení pásen v noci



Zobrazení izofon v noci



Tabulka bodů pro den

TABULKA BODŮ VÝPOČTU (DEN)							
				LAeq (dB)			
Č.	výška	Souřadnice		doprava	průmysl	celkem	předch. měření
6	3.0	104.9;	67.8	67.8		67.8	
7	3.0	113.0;	62.4	67.3		67.3	
8	3.0	113.1;	80.3	39.2		39.2	
9	3.0	117.0;	77.6	39.1		39.1	
10	3.0	121.5;	74.7	39.2		39.2	

Tabulka bodů pro noc

TABULKA BODŮ VÝPOČTU (NOC)							
				LAeq (dB)			
Č.	výška	Souřadnice		doprava	průmysl	celkem	předch. měření
6	3.0	104.9;	67.8				(67.8)
7	3.0	113.0;	62.4	57.3		57.3	(67.3)
8	3.0	113.1;	80.3	29.3		29.3	(39.2)
9	3.0	117.0;	77.6				(39.1)
10	3.0	121.5;	74.7				(39.2)
11	3.0	105.4;	68.0	56.2		56.2	
12	3.0	121.6;	74.7	29.3		29.3	
13	3.0	117.1;	77.7	29.2		29.2	

- **Posouzení hlukové situace:**

Hygienické limity pro danou situaci jsou nastaveny na 60 dB pro den a 50 dB pro noc.

Hodnota pro den: 67,8 dB < 60 dB **NEVYHOVUJE**

Hodnota pro noc: 57,3 dB < 50 dB **NEVYHOVUJE**

Závěr: Z důvodu vysokého hluku v ulici, je objekt navržen z masivního vápenopískového zdiva tloušťky 240 mm. Obvodový plášť je kontaktně zateplen minerální izolací z čedičových vláken tloušťky 200 mm. Objekt bude větraný nuceně, centrální vzduchotechnickou rekuperační jednotkou, umístěnou v technické místnosti. Otvory budou vyplněny protihlukovými okny, okna jsou zasklena izolačními trojskly, vzduchová neprůzvučnost oken je $R_w = 47$ dB. V exteriéru jsou navrženy venkovní stínící elektrické žaluzie.

7.3 Tepelně technické posouzení

Popis a skladba konstrukcí

S1a – Obvodová stěna

Skladba konstrukce (od interiéru):

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Vápenopískové	0,2400	0,3800	1000,0	1730,0	51,0	0.0000
3	Lepící a stěrk	0,0030	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000

4	Isover TF THER	0,2000	0,0370	800,0	110,0	1,0	0.0000
5	Lepicí a stěrka	0,0040	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000
6	Minerální omít	0,0020	0,4700	850,0	1430,0	15,0	0.0000

S3 – Obvodová stěna sokl

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Vápenopískové	0,2400	0,3800	1000,0	1730,0	51,0	0.0000
3	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
4	Polyuretanové	0,0030	0,0500	1500,0	70,0	60,0	0.0000
5	Isover EPS Sok	0,2000	0,0350	1270,0	26,0	50,0	0.0000
6	Lepicí a stěrka	0,0040	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000
7	Minerální omít	0,0020	0,4700	850,0	1430,0	15,0	0.0000

S2a – Obvodová stěna v zástavbě

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	1730,0	0.0000
2	Vápenopískové	0,2400	0,3800	1000,0	1730,0	51,0	0.0000
3	Polyuretanová	0,0030	0,0500	1500,0	70,0	60,0	0.0000
4	Isover TF THER	0,0500	0,0370	800,0	110,0	1,0	0.0000
5	Zdivo CP 1	0,4500	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000

P5 – Podlaha - laminát

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Laminátová pod	0,0100	0,1800	2510,0	600,0	157,0	0.0000
2	Pěnový polyety	0,0030	0,0460	1020,0	25,0	2240,0	0.0000
3	Anhydritová sm	0,0650	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
4	PE folie	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
5	Isover N	0,0400	0,0370	800,0	100,0	1,0	0.0000
6	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
7	Lepicí a stěrka	0,0500	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000
8	Isover NF 333	0,1000	0,0430	800,0	88,0	1,0	0.0000
9	Lepicí a stěrka	0,0400	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000

P6 – Podlaha - dlažba

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Dlažba keramic	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Lepicí stěrka	0,0050	0,8000	920,0	1400,0	50,0	0.0000
3	Hydroizolační	0,0020	0,2100	1200,0	1700,0	30000,0	0.0000
4	Anhydritová sm	0,0580	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
5	Isover N	0,0400	0,0370	800,0	100,0	1,0	0.0000
6	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
7	Lepicí a stěrka	0,0500	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000
8	Isover NF 333	0,1000	0,0430	800,0	88,0	1,0	0.0000
9	Lepicí a stěrka	0,0400	0,6340	840,0	1550,0	20,0	0.0000

P10 – Podlaha terasa

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]	
1	Omítka vápenoc	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000	
2	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000	
3	Glastek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	29000,0	0.0000	
4	KINGSPAN THERM		0,1200	0,0230	1400,0	35,0	1500,0	0.0000
5	Puren PIR Perf	0,0400	0,0230	1400,0	35,0	1500,0	0.0000	
6	Glastek 30 Sti	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	29000,0	0.0000	
7	Elastek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	20000,0	0.0000	

P15 – Střecha

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Sádkartonová	0,0125	210,0000	960,0	750,0	10,0	0.0000
2	Al folie	0,0010	204,0000	870,0	270,0	1600000,0	0.0000
3	Isover TOPSIL	0,0800	0,0350	800,0	60,0	1,0	0.0000
4	Isover Unirol	0,2000	0,0350	840,0	21,5	1,0	0.0000
5	Dřevěná prkna	0,0240	0,1800	2510,0	450,0	157,0	0.0000
6	Pojistná hydro	0,0010	0,3500	1500,0	52,0	42,0	0.0000

Tab. 7.3.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Posuzovaná konstrukce v ploše a kritické detaily	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
S1a Obvodová stěna	0,956	0,744	VYHOVÍ
S3 Obvodová stěna sokl	0,958	0,744	VYHOVÍ
S2a Obvodová stěna v zástavbě	1,000	0,402	VYHOVÍ
P5 Podlaha – laminát	0,937	0,402	VYHOVÍ
P6 Podlaha – dlažba	0,935	0,402	VYHOVÍ
P10 Podlaha terasa	0,962	0,744	VYHOVÍ
S15 Střecha	0,966	0,744	VYHOVÍ

Tab. 7.3.2 Součinitel prostupu tepla U

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Normová hodnota U_N [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Posouzení
S1a Obvodová stěna	0,180	0,300	VYHOVÍ
S3 Obvodová stěna sokl	0,171	0,300	VYHOVÍ
S2a Obvodová stěna v zástavbě	0,368	1,050	VYHOVÍ
P5 Podlaha – laminát	0,259	0,600	VYHOVÍ

P6 Podlaha – dlažba	0,265	0,600	VYHOVÍ
P10 Podlaha terasa	0,157	0,240	VYHOVÍ
S15 Střecha	0,140	0,240	VYHOVÍ

Tab. 7.3.3 Pokles dotykové teploty podlahy

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $\Delta\vartheta_{10}$ [°C]	Požadovaná hodnota $\Delta\vartheta_{10,N}$ [°C]	Posouzení
P5 Podlaha – laminát	3,80	3,80	VYHOVÍ
P6 Podlaha – dlažba	5,27	5,5	VYHOVÍ

Tab.7.3.4 Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota M_c [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Požadavek $M_{c,N}$ [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Posouzení
P10 Podlaha terasa	0,0038	0,100	VYHOVÍ

Tab.7.3.5 Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti

Posuzovaná konstrukce	Roční množství kondenzátu M_c [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Roční kapacita odparu M_{ev} [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Posouzení
P10 Podlaha terasa	0,0038	0,0120	VYHOVÍ

Opatření pro zajištění tepelné stability v letním období

- před okna na jižní a západní straně budou instalovány venkovní žaluzie s elektrickým ovládáním
- okna na východní straně jsou opatřena vnitřními žaluziemi
- obvodové a vnitřní stěny jsou navrženy ze zděných konstrukcí tl. 240 mm
- stropní konstrukce jsou navrženy jako železobetonové bez zavěšených podhledů

Zajištění vzduchotěsnosti obvodového pláště

- zděné obvodové konstrukce budou na vnitřním líce plnoplošně omítnuty
- výplně otvorů budou osazeny dle ČSN 74 6077

7.4 Průměrný součinitel prostupu tepla

7.4.1 Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Požadavek:

max. prům. souč. prostupu tepla $U_{em,N} = 0,199 \text{ W/m}^2\text{K}$

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = 0,416 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{em,N} > U_{em}$... **Požadavek je splněn.**

Tab. 7.4.1.1 Přehled ploch obvodových stěn pro obytnou budovu

Orientace	Celková plocha fasády [m ²]	Celková plocha výplní otvorů [m ²]	Plocha stěn po odečtení výplní otvorů [m ²]	Podíl ploch výplní otvorů [%]
SZ	160,00	0,00	160,00	0,00
JV	175,50	0,00	175,50	0,00
JZ	138,74	49,76	88,98	35,87
SV	159,89	59,69	100,20	37,33
Součet	634,13	109,45	524,68	17,26

Tab. 7.4.1.2 Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U (požadovaná hodnota) [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T
OKNO - O4	23,4375	1,5	1	35,156	23,4375	0,67	1	15,645
OKNO - O5	35,7	1,5	1	53,55	35,7	0,82	1	29,187
OKNO - O6	23,8	1,5	1	35,7	23,8	0,65	1	15,515

OKNO - O7	18,75	1,5	1	28,125	18,75	0,68	1	12,824
OKNO - O8	5	1,5	1	7,5	5	0,83	1	4,174
OKNO - O9	9,174	1,5	1	13,761	9,174	0,77	1	7,018
S1a - Plocha obvodové stěny**	170,43	0,3	1	51,129	170,43	0,18	1	30,677
S3 - Plocha obvodové stěny	18,75	0,3	1	5,625	18,75	0,171	1	3,206
S2a - Plocha obvodové stěny v zástavbě	335,5	1,05	0,29	102,16	335,5	0,368	0,29	35,805
Terasa P10	21	0,24	1	5,04	21	0,157	1	3,297
Střecha S15	197,8	0,24	1	47,475	197,811	0,14	1	27,694
Podlaha P6	160	0,6	0,49	47,04	160	0,265	0,49	20,776
Celkem	1019,35		432,261	1019,35				205,818
Tepelné vazby		20,387			20,387			
Celková měrná ztráta prostupem tepla		432,261			205,818			
Průměrný součinitel prostupu tepla		$U_{em.ref} = \Sigma (U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_{ij}) / \Sigma A_i + 0,02$, nejvýše však 0,5 $432,261 / (1019,35 + 20,387) = U_{em.ref} = 0,416$		požadovaná hodnota: doporučená 0,416	$= 205,818 / (1019,35 + 20,387) = U_{em.ref} = 0,198$			Vyhovuje požadované hodnotě
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C					Třída A – velmi úsporná			
Poznámky								
V případě referenční budovy je vliv tepelných vazeb stanoven konstantní přírážkou 0,02. V případě hodnocené budovy se stanoví vliv tepelných vazeb co nejlepším dostupným výpočtem v souladu s ČSN 73 0540-4.								

7.4.2 Průměrný součinitel prostupu tepla dle Vyhl. 264/2020 Sb.

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U (požadovaná hodnota) [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T
OKNO - O4	23,4375	1,5	1	35,156	23,4375	0,67	1	15,645
OKNO - O5	35,7	1,5	1	53,55	35,7	0,82	1	29,187
OKNO - O6	23,8	1,5	1	35,7	23,8	0,65	1	15,515

[illegible]

7.5 Denní osvětlení

7.5.1 Popis místností

Posouzení denního osvětlení bylo provedeno pro místnosti s označením:

- **Místnost 111 - Pokoj**

Rozměr místnosti 4,50 x 3,335 m, světlá výška 2,63 m. Výška parapetu 0,85 m. Velikost okna 1,875 x 2,50 m. Hodnoty pro výpočet – celková plocha okna $A_c = 4,69 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,650$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Zasklení okna je izolačním trojsklem. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou. V blízkosti nejsou stínící překážky které mají vliv na osvětlení pokoje.

- **Místnost 112 - Ložnice**

Rozměr místnosti 4,70 x 4,185 m, světlá výška 2,63 m. Výška parapetu 0,85 m. Velikost okna 1,875 x 2,50 m. Hodnoty pro výpočet – celková plocha okna $A_c = 4,69 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,650$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Zasklení okna je izolačním trojsklem. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou. V blízkosti nejsou stínící překážky mají vliv na osvětlení pokoje.

- **Místnost 115 - Obývací pokoj + KK**

Rozměr místnosti 4,70 x 5,83 m, světlá výška 2,63 m. Výška parapetu 0,85 m. Velikost okna 1,875 x 2,50 m. Hodnoty pro výpočet – celková plocha okna $A_c = 4,69 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,650$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Zasklení okna je izolačním trojsklem. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou. V blízkosti nejsou stínící překážky které mají vliv na osvětlení pokoje.

Činitelé odrazu světla jednotlivých ploch místností a exteriéru byly použity dle doporučení [9] následujících:

- strop 0,70
- podlaha 0,35
- stěny 0,50
- okolní terén 0,10

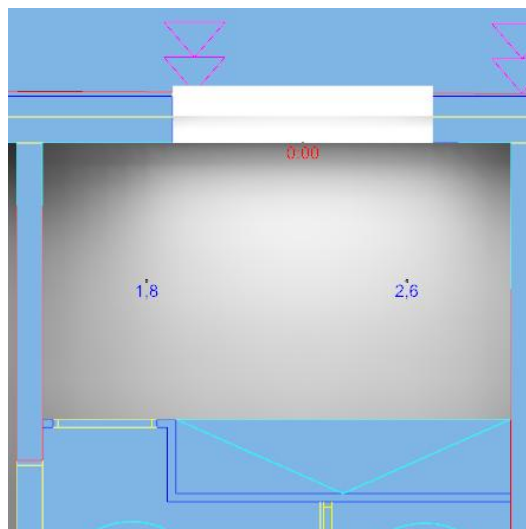
Sledovaná horizontální rovina v místnostech byla volena ve výšce 850 mm nad podlahou.

7.5.2 Vyhodnocení denního osvětlení

Posuzovaná místnost – 111 - Pokoj

- Minimální hodnota: $D_{\min}(0,7) = 1,8\%$
- Průměrná hodnota: $D_m(0,9) = 2,2\%$
- Maximální hodnota: $D_{\max} = 2,6\%$

Půdorys:



Výpočet:

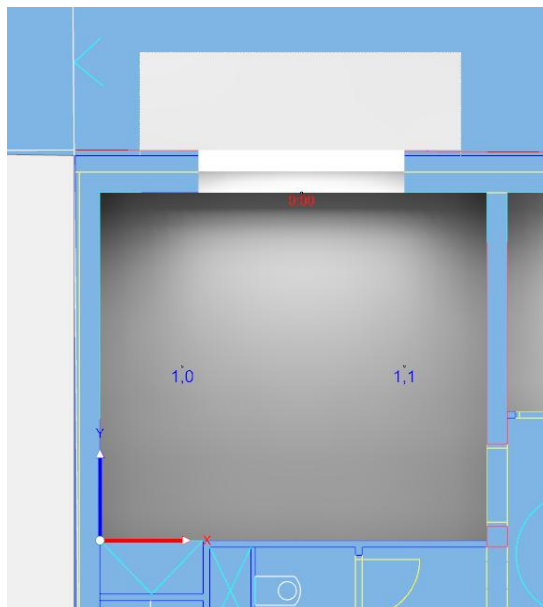
Posuzovaná 1. soustava: $1,8\% \text{ a } 2,6\% > 0,7\%$
 $(1,8+2,6)/2 = 2,2\% > 0,9\%$

Výpočet a posouzení požadavků denního osvětlení byl zpracován v programu BuildingDesign. **Požadavek je splněn.**

Posuzovaná místnost - 112 - LOŽNICE

- Minimální hodnota: $D_{\min} (0,7) = 1,0\%$
- Průměrná hodnota: $D_m (0,9) = 1,1\%$
- Maximální hodnota: $D_{\max} = 1,1\%$

Půdorys:



Výpočet:

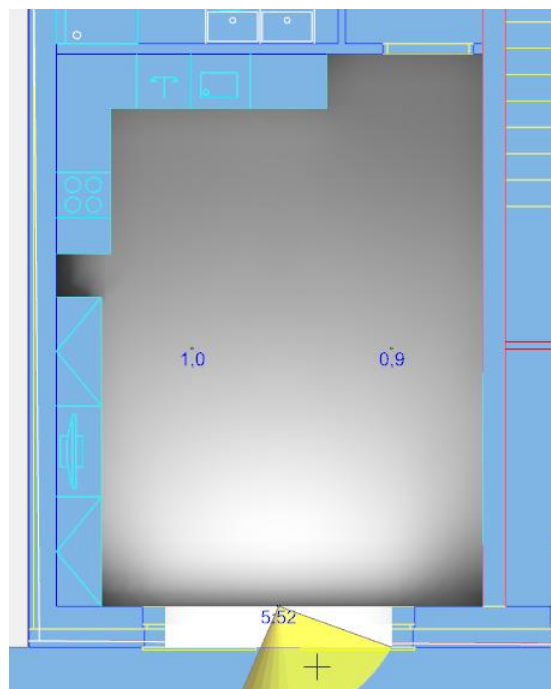
Posuzovaná 1. soustava: $1,0\%$ a $1,1\% > 0,7\%$
 $(1,0+1,1)/2 = 1,1\% > 0,9\%$

Výpočet a posouzení požadavků denního osvětlení byl zpracován v programu BuildingDesign. **Požadavek je splněn.**

Posuzovaná místnost - 115 – Obývací pokoj + KK

- Minimální hodnota: $D_{\min} (0,7) = 0,9\%$
- Průměrná hodnota: $D_m (0,9) = 1,0\%$
- Maximální hodnota: $D_{\max} = 1,1\%$

Půdorys:



Výpočet:

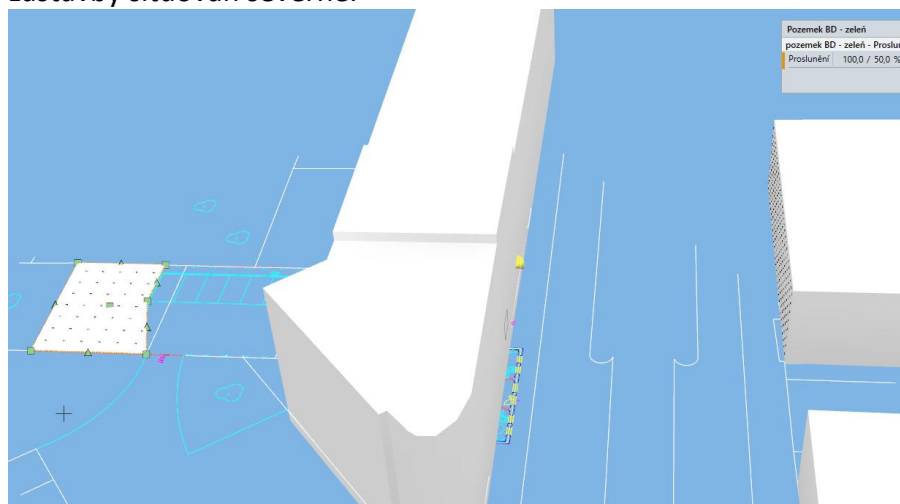
Posuzovaná 1. soustava: 0,9% a 1,1% > 0,7%
 $(0,9+1,1)/2 = 1,0\% > 0,9\%$

Výpočet a posouzení požadavků denního osvětlení byl zpracován v programu BuildingDesign. **Požadavky jsou splněny.**

Kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu

Schéma situace s vyznačením posuzovaných bodů:

Posuzovaný samostatný objekt stávající zástavby z hlediska stínění neovlivní, je od stávající zástavby situován severně.



Tab. 7.5.2.1 Posouzení

Posuzovaný bod	Zjištěná hodnota D_w (%)	Nejnižší D_w (%)	Vyhodnocení
1	40	32	splněno

Výpočet a posouzení požadavků denního osvětlení byl zpracován v programu BuildingDesign. **Požadavky jsou splněny.** Navrhovaná novostavba bytového domu neovlivňuje stávající zástavbu dle požadavku na hodnotu D_w .

7.6 Proslunění objektu

K hodnocení požadavku na proslunění objektu bytového domu, byl vybrán byt č. 02. Byt se nachází v 1 NP, je převážně orientovaný na sever. Pokoj a ložnice bytu jsou orientovány na SV, Obývací pokoj + KK je orientován na JZ.

Hodnocení proslunění bytů BD na parc. č. 446/11 dle ČSN 73 4301 ve znění Z4:2019, článek 4.3.2, odst. a) z hlediska plochy okna k podlahové ploše obytné místnosti je provedeno do tabulky X1..

Tab. 7.6.1 Posouzení minimální podlahové plochy místnosti vzhledem k ploše okna

Obytná místnost	Plocha (m ²)		Poměr ploch		Hodnocení
	Okno	místnost	okno/místnost	požadavek	
111 - Pokoj	4,69	15,1	0,311	0,100	splněno
112 – Ložnice	6,25	19,7	0,317		splněno
115 – Obývací pokoj + KK	4,69	27,4	0,171		splněno

Pro posouzení insolace (proslunění) byla zvolena místa na osluněných fasádách objektu bytového domu, a to v nejnepríznivější poloze ve vztahu k proslunění:

- **Bod č. 1 – RD** na parc. č. 446/11, SV fasáda. Bod je zvolen v ploše okna obytné místnosti 111 - Pokoje v 1NP - 4,50 x 3,335 m ve výšce 1200 mm nad podlahou, velikost okna je 2,50 x 1,875 m.
- **Bod č. 2 – RD** na parc. č. 446/11, SV fasáda. Bod je zvolen v ploše okna obytné místnosti 112 - Ložnice v 1NP - 4,70 x 4,185 m ve výšce 1200 mm nad podlahou, velikost okna je 2,50 x 2,50 m.
- **Bod č. 3 – BD** na parc. č. 446/11, JZ fasáda. Bod je zvolen v ploše okna obytné místnosti 115 – Obývacího pokoje + KK v 1NP - 4,70 x 5,83 m ve výšce 1200 mm nad podlahou, velikost okna je 2,50 x 1,875 m.

Výchozí údaje

Pro hodnocení proslunění RD na parc. č. 446/11 byly zvoleny kontrolní body č. 1, č. 2 a č. 3 na osluněných fasádách objektu vždy ve středu okna obytných místností.

- Měřítko řešené situace – 1:200.
- Úroveň ±0 = 1NP - podlaha
- Výška posuzovaných bodů 1, 2 a 3 stávajícího RD nad ±0,000 - 1,200 m
- Posouzení proběhlo v programu BuildingDesign.

Vyhodnocení

Z grafického řešení dle ČSN 73 4301 ve znění Z4:2019 čl. 4.3.2 lze konstatovat, že při hodnocení proslunění pro den 1.3. bylo zjištěno:

- **Bod 1 – BD na parc.č. 446/11 – pokoj 111** – fasáda s oknem je situována na SV. Posuzovaný bod 1 nebude po realizaci novostavby BD na parc. č. 446/11 **osluněn**.
- **Bod 2 – BD na parc.č. 446/11 – pokoj 112** – fasáda s oknem je situována na SV. Posuzovaný bod 2 nebude po realizaci novostavby BD na parc. č. 446/11 **osluněn**.
- **Bod 3 – BD na parc.č. 446/11 – pokoj 115** – fasáda s oknem je situována na JZ. Posuzovaný bod 3 bude po realizaci novostavby BD na parc. č. 446/11 **osluněn**. Celková doba oslunění bude 5,52 hod = 331 minut.

8 Závěr a navržená opatření

8.1 Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí

Na základě posouzení a následného vyhodnocení vnitřních konstrukcí objektu „Bytový dům Proluka v Olomouci“ podle požadavků ČSN 73 0532:2020 lze konstatovat, že **všechny navržené vnitřní konstrukce splňují požadavky** z hlediska vzduchové a kročejové neprůzvučnosti.

Při provádění konstrukce stropu s plovoucí těžkou podlahou musí být **dodrženy pravidla technologického postupu** a kvality předepsaného materiálu. Především:

- Řádné oddílatování podlahy pružným páskem tl. min. 5 mm od obvodových stěn. Nesmí být použit polystyren.
- Nesmí dojít k zatečení anhydritu nebo betonové mazaniny mezi pásek a stěnu – nikde, případně zanesení částic omítky nebo lepidla či stěrky.
- Nášlapná vrstva, nesmí být v kontaktu se stěnou – tedy i soklové lišty.

Pro zajištění akustické pohody ve vnitřním prostředí objektu je nutné dodržet:

- Rozvody TZB nebudou osazeny do mezibytových stěn, rozvody budou vedeny v předstěnách.
- Schodiště je řešené pomocí prvků omezujících kročejový hluk. Schodišťové rameno uložené na žb monolitické základové desce je oddělené samolepícím elastomerovým ložiskem (schoeck elodur). Hlavní schodišťová podesta a mezipodesta je uložena pomocí nosných prvků (schoeck tronsole typ Z). Schodiště je od stěn oddílatované pomocí spárových samolepících desek z PE pryže (schoeck tronsole typ L).
- V 1S jsou umístěny vnitřní garáže. Dle výpočtu vzduchové neprůzvučnosti, garáže vyhoví požadavkům na vzduchovou neprůzvučnost.

8.2 Ochrana proti hluku

Z porovnání vypočtených předpokládaných hladin akustického tlaku ve sledovaných bodech v chráněném venkovním prostoru stavby „Bytový dům Proluka v Olomouci“ z provozu všech

zdrojů hluku s hygienickými limity je zřejmé, že **v denní a noční době** není limit prokazatelně dodržen.

Hygienický limit bude ve sledovaných bodech v chráněném venkovním prostoru stavby „Bytový dům Proluka v Olomouci“ nebude dodržen z důvodu nadměrné dopravy. Opatření je řešeno výše, viz. bod 7.2.2.

8.3 Úspora energie a ochrana tepla

Na základě posouzení a následného vyhodnocení navržených skladeb vnějších i vnitřních konstrukcí objektu „Bytový dům Proluka v Olomouci“ podle požadavků ČSN 73 0540-2:2011 lze konstatovat, že:

- všechny navržené konstrukce a kritické detaily **splňují požadavek** na hodnotu teplotního faktoru vnitřního povrchu;
- všechny navržené konstrukce vyhověly z hlediska šíření tepla, tj. je **splněn požadavek** na hodnotu součinitele prostupu tepla;
- vybrané podlahové konstrukce **splňují požadavek** na hodnotu poklesu dotykové teploty vždy v závislosti na účelu místnosti, kde se nachází;
- všechny konstrukce vyhoví na požadavky **šíření vlhkosti konstrukcí**;
- byly splněny normové požadavky z hlediska **šíření vzduchu konstrukcí a budovou**;
- zvolená kritická místnost objektu **splňuje požadavek na tepelnou stabilitu místnosti v letním období** za užití vnitřních žaluzií a záclon na oknech;
- zvolená kritická místnost objektu **vyhovuje** na hodnotu poklesu výsledné teploty vnitřního vzduchu v zimním období;
- byl splněn normový požadavek na prostup tepla obálkou budovy:

Objekt byl posouzen z hlediska prostupu tepla obálkou budovy a je dle ČSN 73 0540-2:2011 zařazen do klasifikační třídy **A – velmi úsporná**. Následně byl zpracován energetický štítek obálky budovy. Dle Vyhlášky 264/2020 Sb. je objekt zařazen do A klasifikační třídy energetické náročnosti budovy

8.4 Denní osvětlení

Na základě provedeného výpočtu a ověření hodnot činitele denního osvětlení lze konstatovat, že posuzované místnosti:

- **v obytných místnostech bude prokazatelně splněn požadavek dle ČSN 73 050 ve znění Z1:2019.**

8.5 Proslunění objektu

Na základě posouzení a následného vyhodnocení objektu „Bytový dům Proluka v Olomouci“ z hlediska proslunění lze konstatovat, že:

- Okenní výplně obytných místností **splňují požadavek** dle ČSN 73 4301 ve znění Z4:2019, článek 4.3.2 a), neboť plocha okna je větší než 1/10 plochy podlahy obytné místnosti.
- Kritický byt v objektu „Bytový dům Proluka v Olomouci“ **splňuje požadavek** dle ČSN EN 17 037, neboť minimální doba proslunění je zajištěna alespoň v jeho jedné obytné místnosti.

Poznámka:

Posouzení se týká konkrétních zadaných skladeb konstrukcí a typů oken. Při jakékoli změně velikosti a typu oken a posuzovaných skladeb je tento výpočet neplatný.

V Brně, dne 14.5.2022

Vypracoval: Petr Přidal