



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

RODINNÝ DŮM, BRNO – CHRVICE

FAMILY HOUSE IN THE CITY OF BRNO – CHRVICE

A.6.2 STAVEBNĚ FYZIKÁLNÍ POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ A BUDOVY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lucie Pryclová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marie Rusinová, Ph.D.

BRNO 2025

Obsah

1	Účel posouzení	2
2	Podklady pro zpracování	2
3	Použité normy a předpisy	2
4	Normativní požadavky	3
4.1	Ochrana proti hluku	3
4.1.1	Stavební akustika (požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách)	3
4.1.2	Urbanistická akustika (hluková studie)	6
4.2	Úspora energie a ochrana tepla	9
4.2.1	Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí	10
	Průměrný součinitel prostupu tepla – hodnocení dle ČSN 73 0540-2:2011	20
	Energetický štítek obálky budovy dle CSN 730540-2:2011	21
	Průměrný součinitel prostupu tepla – hodnocení dle Vyhl. 264/2020 Sb.	22
4.3	Denní osvětlení	25
4.4	Proslunění objektu	26
5	Popis objektu	28
6	Charakteristika posuzovaných konstrukcí	28
7	Výpočet a vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu	29
7.1	Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky	29
7.2	Urbanistická akustika (hluková studie)	31
7.2.1	Rozbor akustické situace, zdroje hluku	31
7.2.2	Posouzení hlukové situace – okolní zástavba, silnice III. třídy	31
7.3	Tepelně technické posouzení	33
7.4	Průměrný součinitel prostupu tepla	37
7.4.1	Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2	37
7.4.2	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy dle Vyhlášky 264/2020 Sb.	38
7.5	Denní osvětlení a proslunění objektu	39
7.5.2	Vyhodnocení denního odvětlání	40
7.5.3	Vyhodnocení proslunění objektu	41
8	Závěr a navržená opatření	42
8.1	Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí	42
8.2	Ochrana proti hluku	43
8.3	Úspora energie a ochrana tepla	43
8.4	Denní osvětlení	43
8.5	Proslunění objektu	44

1 Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě Stavebního zákona č. 283/2021 Sb. ve znění pozdějších předpisů, ověřit, zda:

- tepelně technické vlastnosti konstrukcí a obálky Rodinného domu, Brno-Chrlice 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;
- údaje o stacionárních zdrojích hluku (VZT, tepelné čerpadlo, klimatizační jednotky, hudební produkce atd.);
- 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 č. 283/2021 Sb. ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Vyhláška č. 131/2024 Sb. o dokumentaci staveb
- [3] ČSN 73 0540-1, 3, 4:2005, ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov.
- [4] Vyhláška č. 264/2020 Sb. ve znění Vyhlášky č. 222/2024 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. 283/2021 Sb., Stavební zákon.

- 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 dělících konstrukcí [6]

Dělící prvek	Boční konstrukce	Korekce k_1 [dB]
<u>Těžká dělící 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 dělící 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 dělící 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 (sádkartón, 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 (sádkartón, 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 $80 \text{ dB} < L_{A,max} \leq 85$ 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 $85 \text{ dB} < L_{A,max} \leq 95$ 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 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 ($L_{Aeq,8h}$). 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, drahách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB.
- (3) 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 40 dB a pro celou noční dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{L_{Aeq,8h}}$ se rovná 30 dB.
- (4) 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, drahách 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.

- (5) 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.
- (6) 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 nejhlučnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách 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) Určujícím ukazatelem vysokoenergetického impulsního hluku je ekvivalentní hladina akustického tlaku $C_{L_{Ceq,T}}$ a současně průměrná hladina expozice zvuku $C_{L_{CE}}$ jednotlivých impulsů. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($L_{Ceq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($L_{Ceq,1h}$).
- (3) 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, dráhách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB.
- (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)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	-5	+5	+13
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	+5	+13
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+10	+18

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 a tramvajových dráhách, kde se použije korekce -5 dB.

- Jde-li o souběh pozemních komunikací s různými hygienickými limity hluku, výsledný limit hluku se stanoví podle té komunikace, ze které je příspěvek hluku z dopravy na této komunikaci převažující.
- Pravidla použití korekce uvedené v tabulce č. 1:
 - 1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů. Pro seřadovací nádraží, která byla uvedena do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.
 - 2) Použije se pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách, které byly umístěny a povoleny rozhodnutím nebo opatřením podle jiného právního předpisu po 31. prosinci 2000.
 - 3) Použije se pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách, které byly umístěny a povoleny rozhodnutím nebo opatřením podle jiného právního předpisu před 1. lednem 2001. Dále se použije pro hluk z dopravy, jde-li o činnost podle § 2 písm. p) nebo q) na těchto pozemních komunikacích a dráhách prováděnou po 1. lednu 2001.

4.2 Úspora energie a ochrana tepla

Dle Vyhlášky 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 odstavec B.2.9 „Úspora energie a tepelná ochrana“.

Při návrhu objektu 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. 264/2020 Sb.:

- a) primární energie z neobnovitelných zdrojů energie vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- b) celková dodaná energie za rok vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné 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 vztažné 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 $\varphi_i \leq 60\%$ 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:

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

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 vzduchotechnikou, 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 vzduchotechnikou 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

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

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 $\varphi_i = 50 \%$;

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

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 venkovní 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 $^{\circ}C$	Návrhová venkovní teplota θ_e [$^{\circ}C$]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
	20,0	8,35	8,03	7,72	7,36	7,05	6,70	6,35	6,00	5,65

Výplň otvoru	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 $\theta_{im} = 20^\circ\text{C}$.

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $U_{N,20} [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}]$		
	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 tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžké: 0,25	0,18 až 0,12
		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 k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP v m ²	$f_w \leq 0,5$ $f_w > 0,5$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$ $0,7 + 0,6 \cdot f_w$	$0,2 + f_w$ $0,15 + 0,85 \cdot f_w$
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 připouští hodnota 0,38 W/(m²K).
- 2) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7 W/(m²K).
- 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 připouští hodnota 1,5 W/(m²K).

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 má být 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 zbýt 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 vztažené 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	$n_{50,N} [h^{-1}]$	
	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:

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

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 $^{\circ}C$.

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

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

4.2.1.7 Tepelná stabilita místností v letním období

Kritická místnost (tj. vnitřní prostor) musí vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$ (°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 $\theta_{ai,max,N}$ [°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 $\theta_{im} = 20 \text{ °C}$ 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 $\chi_{i,N}$ [W·K]		
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02

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

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, 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 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

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:

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

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 převládající 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> $A/V \leq 0,2$ $U_{rq, N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{rq, N,20} = 0,45$ <i>Pro ostatní hodnoty A/V</i> $U_{rq, N,20} = 0,30 + 0,15 / (A/V)$.	$0,75 \cdot U_{em,N,20}$

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:

a) identifikace budovy (druh, adresa, katastrální a územní číslo),

- b) identifikace vlastníka nebo společenství vlastníků, popř. stavebníka (název, popř. jméno, adresa),
- c) popis budovy (objem vytápěné zóny V , celková plocha A ochlazovaných konstrukcí obalujících vytápěnou zónu, objemový faktor tvaru budovy A/V),
- d) klimatické podmínky budovy (převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in} , venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e),
- 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),
- f) údaje o prostupu tepla obálkou budovy (měrná ztráta prostupem tepla H_T , průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , jeho požadovaná normová hodnota $U_{em,N,rq}$),
- g) 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	

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:

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

- 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 $^\circ C$, podle ČSN 730540-2;
- θ_e návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období, ve $^\circ C$, 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 $18^\circ C$ do $22^\circ C$ včetně jako $e_1 = 1$
 - pro ostatní zóny jako $e_1 = 16 / \text{abs}(\theta_{im} - 4)$; 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 $18^\circ C$ až $22^\circ C$ 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.

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.

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 ověří, 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 vztážený 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 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:

- a) přímé sluneční záření musí po stanovenou dobu vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, krytými průhledným a barvy nezkrslujícím materiálem, jejichž celková plocha vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna **nejméně jedné desetině 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

Navrhovaný rodinný dům v k. ú. Brno-Chrlice je dvoupodlažní půdorysného tvaru písmene L a bude umístěn na rovinatém pozemku. Příjezd a hlavní vchod a do objektu bude ze severní strany z přilehlé komunikace. Obvodové nosné konstrukce budou z vápenopískových tvárnic a zatepleny kontaktním zateplovacím systémem ETICS z expandovaného polystyrenu Isover EPS 70 F. Vodorovné nosné konstrukce budou z monolitického železobetonu. Objekt bude zastřešen plochou vegetační střechou.

První nadzemní podlaží je navrženo jako společenská část a technické zázemí. Nachází se zde technická místnost, koupelna s WC, šatna a obývací pokoj propojený s kuchyňským koutem a oddělenou spíží.

Druhé podlaží je navrženo jako klidová zóna. Nachází se zde ložnice s vlastní koupelnou a šatnou, dále pracovna, dva dětské pokoje, koupelna a samostatné WC.

6 Charakteristika posuzovaných konstrukcí

Obvodový plášť

Objekt je tvořen nosným stěnovým konstrukčním systémem z vápenopískových tvárnic. Obvodové nosné zdivo je z tvárnic Sendwix 8DF-LDE tloušťky 240 mm zateplených kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací Isover EPS 70 F tloušťky 280 mm. Hydroizolační a pohledovou vrstvu z exteriéru tvoří jemnozrná silikonová omítka.

Stropní konstrukce

Strop nad 1. NP tvoří monolitická železobetonová deska tloušťky 240 mm. Ve vybraných místnostech je zavěšený sádkartonový podhled celkové tloušťky 300 mm.

Střešní konstrukce

Objekt je zastřešen plochou jednoplášťovou vegetační střechou. Nosnou konstrukci tvoří železobetonová monolitická deska tl. 240 mm.

Střecha je zateplena tepelnou izolací Isover EPS 100 S tl. 300 mm, spád 3 % a je zajištěn pomocí tepelně izolačních spádových klínů Isover EPS 150 S tl. 50-280 mm.

Vegetační souvrství tvoří drenážní nopová folie, hydroakumulační desky Isover Flora tl. 30 mm, substrát pro suchomilné rostliny a rohož s extenzivními rostlinami.

Podlaha na terénu

Základovou konstrukci objektu tvoří železobetonová základová deska tloušťky 250 mm založená na vrstvě tepelné izolace Austotherm XPS s uzavřenou povrchovou strukturou a celkové tloušťky 240 mm. Izolační desky jsou kladeny ve dvou vrstvách, tedy 2x120 mm, aby byly překryty místa styku jednotlivých desek. Pod izolační vrstvou je štěrkový podsyp, nejspodnější část je nejvyšší frakce a směrem nahoru se frakce snižuje, pod tepelně izolačními deskami je vrstva písková pro vyrovnání.

Výplně otvorů

Okna jsou s dřevohliníkovým rámem a izolačním trojsklem vyplněným argonem 4-18-4-18-4, distanční rámečky z kompozitního plastu, $g = 0,53$, u O08 $g = 0,51$. U všech okenních výplní otvorů jsou instalovány venkovní žaluzie, na jižní straně jsou O07 a O08 stíněny hliníkovým přístřeškem.

Vstupní dveře jsou dřevohliníkové s částečnou skleněnou výplní z izolačního trojskla

$$U_d = 1,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Rozměry a konkrétní parametry:

Tab. 6.1 Parametry okenních výplní otvorů

ozn.	Šířka [m]	Výška [m]	A_w [m ²]	A_t [m ²]	A_g [m ²]	U_f [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	U_g [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	l_g [m]	ψ_g	U_w [W·m ⁻² ·K ⁻¹]		podíl rámu	podíl zasklení
O01	3,00	1,35	4,05	1,01	3,04	0,80	0,50	9,77	0,03	0,65		0,25	0,75
O02	2,25	1,50	3,38	0,94	2,44	0,80	0,50	8,87	0,03	0,66		0,28	0,72
O03	2,00	1,50	3,00	0,89	2,11	0,80	0,50	8,37	0,03	0,67		0,30	0,70
O04	0,90	1,25	1,13	0,47	0,66	0,80	0,50	3,30	0,03	0,71		0,41	0,59
O05	1,25	0,75	0,94	0,44	0,50	0,80	0,50	3,00	0,03	0,74		0,47	0,53
O06	1,75	2,50	4,38	0,74	3,64	0,80	0,50	7,76	0,03	0,60		0,17	0,83
O07	2,00	2,40	4,80	1,21	3,59	0,80	0,50	11,97	0,04	0,68		0,25	0,75
O08	3,50	2,40	8,40	2,10	6,30	1,30	0,50	14,44	0,04	0,77		0,25	0,75

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:

Vzduchová neprůzvučnost

1. Vápenopísková příčka tl. 115 mm mezi pokoji $R_w = 44$ dB (tech. list výrobce)

$$\text{Korekce } k_1 = 2 \text{ dB}$$

$$R'_w = R_w - k_1 = 44 - 2 = 42 \text{ dB}$$

$$\text{Posouzení: } R'_w \geq \min R'_w \rightarrow 42 \geq 40 \text{ dB}$$

→ VPC příčka mezi pokoji splňuje požadavek normy ČSN 730532:2020 na vzduchovou neprůzvučnost

2. Strop nad 1. NP

Podlaha nad 1. NP – keramická dlažba

MATERIÁL	d [m]	ρ [kg/m ³]	m' [kg/m ²]
1. Keramická dlažba	0,005	1400	22
2. Cementový litý potěr	0,05	2000	100 m ₂ '=122 kg/m ²
3. Isover T-P	0,02	-	- s'=25,6 MN/m ³
4. ŽB deska	0,25	2500	625 m ₁ '=625 kg/m ²

$$R_w = \left(37,5 \cdot \log\left(\frac{m'_1}{m_0}\right) \right) - 42 = \left(37,5 \cdot \log\left(\frac{625}{1}\right) \right) - 42 = 63 \text{ dB}$$

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{s' \cdot \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2}\right)} = 160 \cdot \sqrt{25,6 \cdot \left(\frac{1}{625} + \frac{1}{122}\right)} = 80 \text{ Hz} \leq 80 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w = 74,4 - 20 \cdot \log(f_0) - \frac{R_w}{2} = 74,4 - 20 \cdot \log(80) - \frac{63}{2} = 5 \text{ dB}$$

$$R'_w = R_w - \Delta R_w - k_1 = 63 - 9 - 2 = 52 \text{ dB}$$

Posouzení: $R'_w \geq \min R'_w \rightarrow 52 \geq 47 \text{ dB}$

→ Strop mezi podlažími splňuje požadavek normy ČSN 730532:2020 na vzduchovou neprůzvučnost

Kročejová neprůzvučnost

Strop nad 1. NP

$$L_{n,weq} = 164 - 35 - \log\left(\frac{m'_1}{m'_0}\right) = 164 - 35 \cdot \log\left(\frac{625}{1}\right) = 66 \text{ dB}$$

$$\Delta L = 13 \cdot \log(m'_2) - 14 \cdot \log(s') + 20,8 = 13 \cdot \log(122) - 14 \cdot \log(25,6) + 20,8 = \\ \Delta L = 28 \text{ dB}$$

$$L'_w = L_{n,weq} - \Delta L_w + k_2 = 66 - 28 + 2 = 40 \text{ dB}$$

Posouzení: $L'_w \leq \max L'_w \rightarrow 40 \leq 58 \text{ dB}$

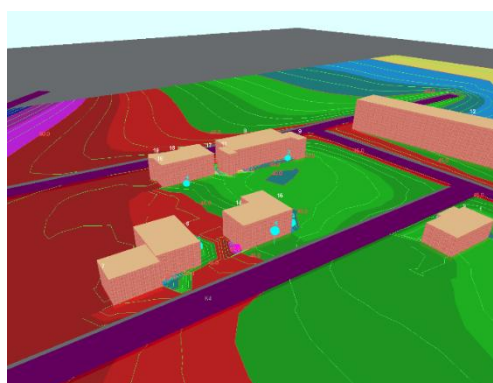
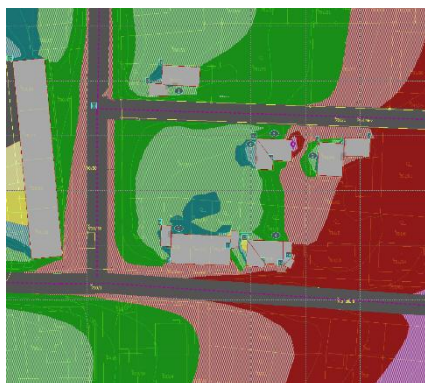
→ Strop mezi podlažími splňuje požadavek normy ČSN 730532:2020 na kročejovou neprůzvučnost.

Výsledky pro den

TABULKA BODŮ VÝPOČTU (DEN) ×

Č.	výška	Souřadnice	LAeq (dB)				měření
			doprava	průmysl	celkem	předch.	
1+	2.0	-26.3; 36.3	42.4	2.4	42.4	(44.6)	
2+	2.0	22.7; 12.7	37.1	39.6	41.5	(37.9)	
3+	2.0	-26.3; -13.9	39.9	16.5	39.9	(41.3)	
4+	1.6	9.2; -16.5	43.8	5.3	43.8		
5+	5.0	8.6; 20.8	43.6	24.9	43.7		
6+	2.0	0.0; 16.9	36.6	8.0	36.6		

Obrázek 2 Tabulka bodů L_{Aeq} pro den (program Hluk+)



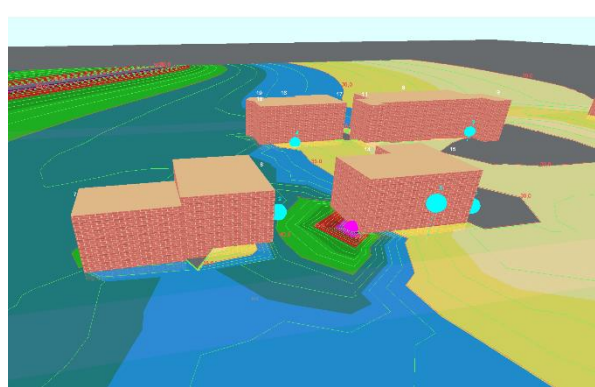
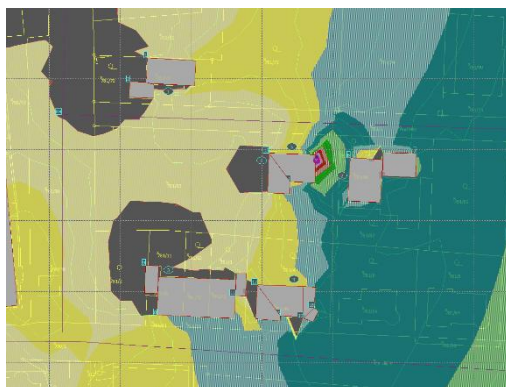
Obrázek 3 Hluková pásma v okolí objektu ve dne (program Hluk+)

Výsledky pro noc

TABULKA BODŮ VÝPOČTU (NOC) ×

Č.	výška	Souřadnice	LAeq (dB)				měření
			doprava	průmysl	celkem	předch.	
1+	2.0	-26.3; 36.3	31.4	2.4	31.4	(42.4)	
2+	2.0	22.7; 12.7	26.8	39.6	39.8	(41.5)	
3+	2.0	-26.3; -13.9	29.5	16.5	29.8	(39.9)	
4+	1.6	9.2; -16.5	34.6	5.3	34.7	(43.8)	
5+	5.0	8.6; 20.8	33.4	24.9	34.0	(43.7)	
6+	2.0	0.0; 16.9	19.7	8.0	20.0	(36.6)	

Obrázek 4 Tabulka bodů L_{Aeq} pro noc (program Hluk+)



Obrázek 5 Hluková pásma v okolí objektu v noci (program Hluk+)

Posouzení hlukové situace a porovnání s požadavky NV

Limity ekvivalentní hladiny akustického tlaku A:

Liniový zdroj hluku:

pro den: $50 \text{ dB} + 18 \text{ dB} = 68 \text{ dB} \geq L_{Aeq} = 39,9 \text{ dB} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

pro noc: $50 \text{ dB} + 18 - 10 \text{ dB} = 58 \text{ dB} \geq L_{Aeq} = 34,6 \text{ dB} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Bodový zdroj hluku (TČ)

pro den: $50 \text{ dB} \geq L_{Aeq} = 39,6 \text{ dB} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

pro noc: $50 \text{ dB} - 10 \text{ dB} = 40 \text{ dB} \geq L_{Aeq} = 39,6 \text{ dB} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Vyhodnocení

Limity ekvivalentní hladiny akustického tlaku A L_{Aeq} jsou dodrženy.

7.3 Tepelně technické posouzení

Popis a skladba konstrukcí

S1a – obvodová stěna

Skladba konstrukce od interiéru:

Pořadí	Materiál	d [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1.	Vnitřní jádrová omítka - CEMIX Sádrová omítka 016 G	0.0100	0.500	850.0	1150.0	10
2.	Vápenopiskové zdivo - KM BETA SENDWIX 8DF-LDE	0.2400	0.380	1000.0	1400.0	5
3.	Lepicí a stěrková hmota - webertherm klasik	0.0030	0.880	900.0	1570.0	20
4.	Fasádní polystyren - Isover EPS 70F	0.2800	0.039	1270.0	14.0	30
5.	Tenkovrstvá silikonová omítka - weberpas aquaBalance	0.0015	0.825	920.0	1600.0	60

S2 – Plochá vegetační střecha

Skladba konstrukce od interiéru:

Pořadí	Materiál	d [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1.	Interiérová štuková omítka - weberdur štuk IN	0.0100	0.847	790.0	1560.0	15
2.	Nosná kce - Železobeton (2300)	0.2400	1.430	1020.0	2300.0	23
3.	Asfaltový HI pás - GLASTEK AL 40 MINERAL	0.0040	0.210	1470.0	1400.0	300000
4.	Tepelná izolace - Isover EPS 100	0.3000	0.037	1270.0	19.0	30
5.	Spádové tepelně izolační klíny - Isover EPS 150	0.1600	0.035	1270.0	25.0	50
6.	Hydroizolace - PVC-P folie - DEKPLAN 77	0.0015	0.160	960.0	1210.0	15000
7.	Drenážní nopová folie - DEKDREN T20 GARDEN	0.0200	0.350	1800.0	980.0	35000
8.	Isover Flora	0.0300	0.040	800.0	76.0	1

P1 – podlaha na zemině

Skladba konstrukce od interiéru:

Pořadí	Materiál	d [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m³]	μ [-]
▼▲ 1.	Nášlapná vrstva - keramická dlažba	0.0100	1.010	840.0	2000.0	200
▼▲ 2.	Cementové lepidlo - jednosložková hmota na bázi cementu	0.0050				
▼▲ 3.	Roznášecí vrstva - weberbat - potěr 20 MPa	0.0500	1.518	830.0	2030.0	40
▼▲ 4.	Systémová deska pro podlahové vytápění	0.0330	0.091	1270.0	19.0	30
▼▲ 5.	Hydroizolační asfaltový pás - ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0.0040	0.210	1470.0	1400.0	28000
▼▲ 6.	Základová deska - železobeton (2500)	0.2500	1.740	1020.0	2500.0	32
▼▲ 7.	Tepelná izolace - XPS - Vytlačovaný polystyren (25)	0.1200	0.037	2060.0	25.0	100
▼▲ 8.	Tepelná izolace - XPS - Vytlačovaný polystyren (25)	0.1200	0.037	2060.0	25.0	100

P2a – podlaha nad 1. NP – vinyl

Skladba konstrukce od interiéru:

Pořadí	Materiál	d [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m³]	μ [-]
▼▲ 1.	Nášlapná vrstva - vinyl	0.0050	0.160	1100.0	1400.0	17000
▼▲ 2.	Disperzní lepidlo	0.0030				
▼▲ 3.	Roznášecí vrstva - weberbat - potěr 20 MPa	0.0570	1.518	830.0	2030.0	40
▼▲ 4.	systémová deska podlahového vytápění s EPS	0.0330	0.037	1270.0	19.0	30
▼▲ 5.	Kročejová izolace - Isover T-P	0.0200	0.038	800.0	150.0	1
▼▲ 6.	Nosná konstrukce stropu - železobeton (2300)	0.2400	1.430	1020.0	2300.0	23
▼▲ 7.	CEMIX Sádrová omítka 016 G	0.0100	0.500	850.0	1150.0	10

P2a – podlaha nad 1. NP – keramická dlažba

Skladba konstrukce od interiéru:

Pořadí	Materiál	d [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m³]	μ [-]
▼▲ 1.	Nášlapná vrstva - keramická dlažba	0.0100	1.010	840.0	2000.0	200
▼▲ 2.	Cementové lepidlo - jednosložková hmota na bázi cementu	0.0050				
▼▲ 3.	Roznášecí vrstva - weberbat - potěr 20 MPa	0.0500	1.518	830.0	2030.0	40
▼▲ 4.	Systémová deska podlahového vytápění s EPS	0.0330	0.037	1270.0	19.0	30
▼▲ 5.	Kročejová izolace - Isover T-P	0.0200	0.038	800.0	150.0	1
▼▲ 6.	Nosná konstrukce stropu - železobeton (2300)	0.2400	1.430	1020.0	2300.0	23
▼▲ 7.	CEMIX Sádrová omítka 016 G	0.0100	0.500	850.0	1150.0	10

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
S1 – obvodová stěna	0,744	0,964	Vyhovuje
S2 – plochá vegetační střecha	0,744	0,977	Vyhovuje
P1 – podlaha na zemině	0,402	0,961	Vyhovuje

Tab. 7.3.2 Součinitel prostupu tepla U

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	Normová hodnota U_N [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	Posouzení
S1 – obvodová stěna	0,145	0,3	Vyhovuje
S2 – plochá vegetační střecha	0,092	0,24	Vyhovuje
P1 – podlaha na zemině	0,158	0,45	Vyhovuje
O01 – okno 3x1,5 m, $g = 0,53 - Z$	0,65	1,5	Vyhovuje
O02 – okno 2,25x1,5 m, $g = 0,53 - Z, S$	0,66	1,5	Vyhovuje
O03 – okno 2x1,5 m, $g = 0,53 - J, V$	0,67	1,5	Vyhovuje
O04 – okno 0,75x1,25 m, $g = 0,53 - S$	0,71	1,5	Vyhovuje
O05 – okno 1,75x0,75 m, $g = 0,53 - S$	0,74	1,5	Vyhovuje
O06 – okno 1,75x2,54 m, $g = 0,53 - V$	0,60	1,5	Vyhovuje
O07 – balkonové dveře 2x2,4 m, $g = 0,53 - V, J$	0,68	1,5	Vyhovuje
O08 – HS portál 3,5x2,4 m, $g = 0,51 - J$	0,77	1,5	Vyhovuje
D01 – vchodové dveře 1,25x2,02 m – S	1,1	1,7	Vyhovuje

Tab. 7.3.3 Pokles dotykové teploty podlahy

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $\Delta\vartheta_{10}$ [°C]	Požadovaná hodnota $\Delta\vartheta_{10,N}$ [°C]	Posouzení
P1 – podlaha na zemině – obývací pokoj, kuchyň, přilehlá chodba	7,55	5,5	Nevyhoví
P1 – podlaha na zemině – koupelna	7,55	6,9	Nevyhoví
P2a – podlaha nad 1. NP – pokoje, ložnice	7,44	3,8	Nevyhoví
P2b – podlaha nad 1. NP – koupelna, WC	5,82	6,9	Nevyhoví

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
S1 – obvodová stěna	0,005	0,1	Vyhovuje
S2 – plochá vegetační střecha	0,001	0,1	vyhovuje

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
S1 – obvodová stěna	0,005	1,728	Vyhovuje
S2 – plochá vegetační střecha	0,001	0,003	Vyhovuje

Opatření pro zajištění tepelné stability v letním období

- před okna všech obytných místností jsou instalovány venkovními žaluzie s elektrickým ovládáním
- před okny orientovanými na jih je navržen hliníkový přístřešek
- obvodové stěny jsou navrženy ze vápenopískové zděné konstrukce tl. 240 mm
- vnitřní stěny jsou navrženy z vápenopískových zděných konstrukcí tl. 200 a 115 mm

Zajištění vzduchotěsnosti obvodového pláště

- zděné obvodové konstrukce budou na vnitřním líce plnoplošně omítnuty
- drážky v obvodových stěnách typu THERM budou před uložením instalací vymaltovány
- výplně otvorů budou osazeny dle ČSN 74 6077

Pokles dotykové teploty podlahové konstrukce

- na podlaze budou použity lokální koberečky

7.4 Průměrný součinitel prostupu tepla

7.4.1 Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

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 [%]
S	99,54	11,24	88,3	11,3
Z	83,25	10,80	72,45	13,0
J	99,54	16,20	83,34	16,3
V	83,25	12,18	70,45	14,6
Součet	365,58	50,42	319,54	13,8

Tab. 7.4.1.2 Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Okrajové podmínky $t_i = 20\text{ °C}$
 $t_e = -12\text{ °C}$
 $t_{zem} = 5\text{ °C}$

*Redukční činitel b byl stanoven jako $(t_i - t_{zem}) / (t_i - t_e) = (20 - 5) / (20 - (-12)) = 0,47$

	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 [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b^* [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
O01	4,05	1,5	1	6,08	4,05	0,65	1	2,61
O02	10,13	1,5	1	15,19	10,13	0,66	1	6,68
O03	6,00	1,5	1	9,00	6,00	0,67	1	4,02
O04	1,13	1,5	1	1,69	1,13	0,73	1	0,82
O05	0,94	1,5	1	1,41	0,94	0,74	1	0,69
O06	4,38	1,5	1	6,56	4,38	0,60	1	2,63
O07	9,60	1,5	1	14,40	9,60	0,66	1	6,37
O08	8,58	1,5	1	12,86	8,58	0,78	1	6,65
D01	2,69	1,7	1	4,57	2,69	1,07	1	2,88
Stěna ochlazovaná	321,01	0,3	1	96,30	321,01	0,145	1	46,55
Střecha	101,76	0,24	1	24,42	101,76	0,096	1	9,77
Podlaha na terénu	105,38	0,45	0,47	22,29	105,38	0,112	0,47	5,55
Celkem	575,62				575,62			

Celková měrná ztráta prostupem tepla na konstrukcích $H_{Ti} = \Sigma A_j \cdot U_j \cdot b_j$			214,76				95,22
Budova s důsledně optimaliz. tepelnými vazbami	$\Delta U_{tbm} = 0,02$				$\Delta U_{tbm} = 0,02$		
Měrná ztráta prostupem pro tepelné vazby $H_{T\psi, \chi} = \Sigma A \cdot \Delta U_{tbm}$			11,51				11,51
Celková měrná ztráta prostupem tepla $H_T = \Sigma H_{Ti} + H_{T\psi, \chi}$			226,27				106,74
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em, N, 20} = H_T / A \text{ [W/(m}^2 \cdot K)]$	0,39			Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A \text{ [W/(m}^2 \cdot K)]$			0,19
Doporučená hodnota $0,75 \cdot U_{em, N, 20} \text{ [W/(m}^2 \cdot K)] =$	0,29						
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.							

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy dle ČSN 73 0540—2

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla: $U_{em, N, 20} = 0,39 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla: $0,75 \cdot U_{em, N, 20} = 0,29 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

$$U_{em} < U_{em, N, 20}$$

$$0,19 < 0,39 \quad [\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}]$$

Požadavek normy je splněn.

Klasifikační třída prostupu tepla obálky budovy dle ČSN 73 0540-2, příloha C

$$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em, N, 20}$$

$$0,19 < 0,5 \cdot 0,39 = 0,195 \quad [\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}]$$

Rodinný dům spadá dle požadavku normy do klasifikační třídy A – velmi úsporná.

7.4.2 Průměrný součinitel prostupu tepla budovy dle Vyhlášky 264/2020 Sb.

Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla je pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie 0,7.

$$U_{em} \leq 0,7 \cdot U_{em, N, 20}$$

$$0,19 < 0,7 \cdot 0,39 = 0,273 \quad [\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}]$$

Požadavek vyhlášky je splněn.

7.5 Denní osvětlení a proslunění objektu

7.5.1 Popis místností

Posouzení denního osvětlení a proslunění bylo provedeno pro místnosti s označením:

Místnost 107 – Obývací pokoj a kuchyňský kout (1. NP)

Rozměr místnosti: 10,29 x 5,5 m, světlá výška 2,6 m

Všechna okna jsou zasklena izolačním trojsklem

Výplně otvorů:

- okno 3 x 1,35 m na západní stěně fasády, koeficient konstrukce otvoru 0,75, instalovány venkovní žaluzie
- Balkonové dveře na východní stěně fasády – 2 x 2,4 m, koeficient konstrukce otvoru 0,75, instalovány venkovní žaluzie
- HS portál 3,5x 2,40 m na jižní stěně fasády, koeficient konstrukce otvoru 0,73, instalovány venkovní žaluzie

Místnost 201 – Ložnice (2. NP)

- Rozměr místnosti: 4,485 x 3,5 m, světlá výška 2,58 m
- Okno 2,25 x 1,5 m na severní stěně fasády, koeficient konstrukce otvoru 0,72, instalovány venkovní žaluzie

Místnost 108 – Dětský pokoj (2. NP)

- Rozměr místnosti: 2,8 x 5,375 m, světlá výška 2,88 m
- Okno 2,25 x 1,5 m na západní stěně fasády, koeficient konstrukce otvoru 0,72, instalovány venkovní žaluzie

Místnost 109 – Dětský pokoj (2. NP)

- Rozměr místnosti: 2,8 x 4,76 m, světlá výška 2,88 m
- Okno 2,25 x 1,5 m na západní stěně fasády, koeficient konstrukce otvoru 0,72, instalovány venkovní žaluzie

Místnost 110 – Pracovna (2. NP)

- Rozměr místnosti 2,585 x 3,5 m, světlá výška 2,88 m
- Okno 2,25 x 1,5 m na západní stěně fasády, koeficient konstrukce otvoru 0,7, instalovány venkovní žaluzie

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

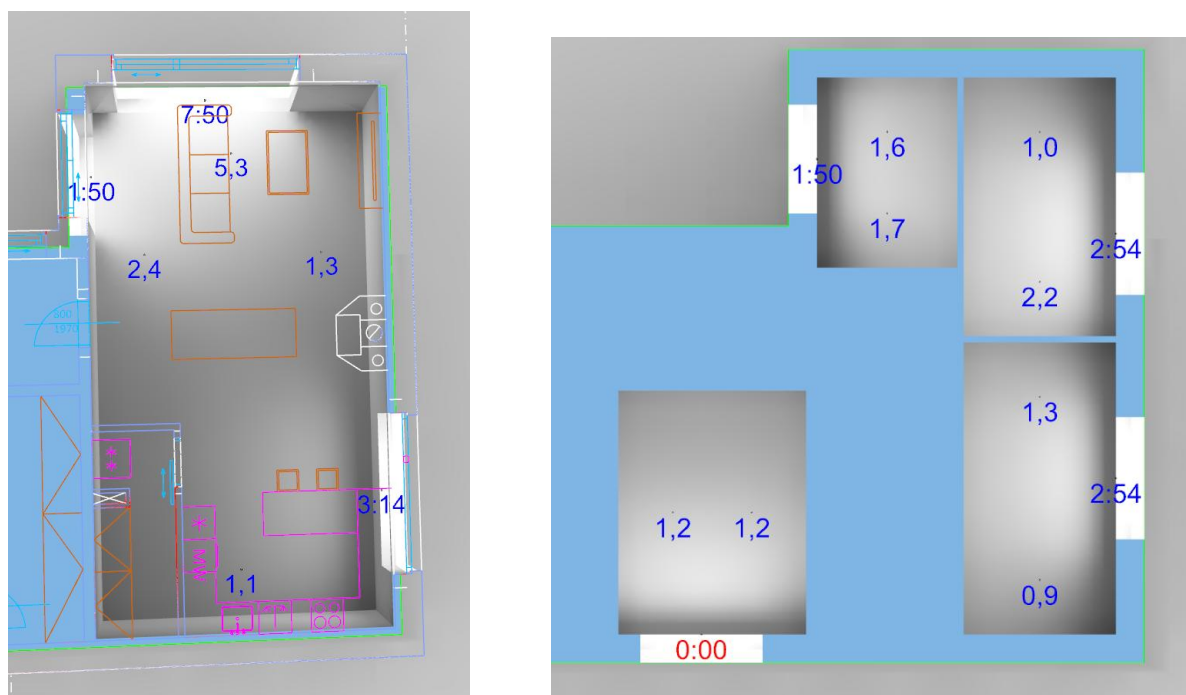
- | | |
|----------------|------|
| - strop | 0,70 |
| - podlaha | 0,30 |
| - stěny | 0,50 |
| - okolní terén | 0,10 |

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

7.5.2 Vyhodnocení denního odvětlení

Podle ČSN 73 0580-2:2007+ Z1:2019, článek 3.2.1 a 3.2.1 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 %.

Výpočet a posouzení požadavků na činitele denní osvětlenosti byl proveden v programu BuildingDesign, výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 7.5.2.1. Požadavky na činitele denní osvětlenosti jsou ve všech obytných místnostech splněny.



Obrázek 5 Výpočet činitele denní osvětlenosti (program BuildingDesign)

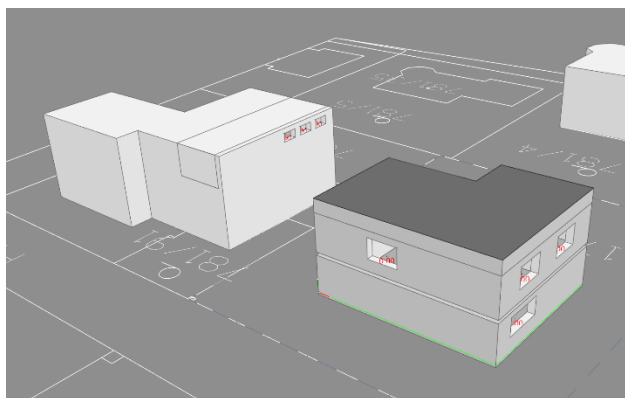
Tab. 7.5.2.1 Posouzení činitele denního osvětlení

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Proslunění
Budova					
ČDO souseda na východ - Činitel denní osvětlenosti	47,9 / 32,0 %	48,0 %	48,0 %	1	
1.1 - Obývací pokoj a kuchyň					
Obývací pokoj - Proslunění					7:50 / 1:30
Činitel denní osvětlenosti	1,3 / 0,7 %	1,8 / 0,9 %	2,4 %	0,52	
1.2 - Ložnice					
Ložnice - Proslunění					0:00 / 1:30
Činitel denní osvětlenosti	1,2 / 0,7 %	1,2 / 0,9 %	1,2 %	0,96	
Činitel denní osvětlenosti	1,2 / 0,7 %	1,2 / 0,9 %	1,2 %	0,96	
1.3 - Pokoj 1					
Pokoj 1 - Proslunění					2:54 / 1:30
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	1,1 / 0,9 %	1,3 %	0,69	
1.4 - Pokoj 2					
Pokoj 2 - Proslunění					2:54 / 1:30
Činitel denní osvětlenosti	1,0 / 0,7 %	1,6 / 0,9 %	2,2 %	0,46	
1.5 - Pracovna					
Pracovna - Proslunění					1:50 / 1:30
Činitel denní osvětlenosti	1,6 / 0,7 %	1,7 / 0,9 %	1,7 %	0,95	

Kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu

Posuzovaný sousední objekt má výšku oken směrem na západ k navrhovanému rodinnému domu menší než 900 mm, požadavky na proslunění tedy nejsou splněny i bez ovlivnění navrhovaným rodinným domem. Dále byl proveden výpočet a posouzení denního osvětlení sousedního objektu, navrhovaný rodinný dům požadavek na minimální hodnotu ČDO neovlivní a požadavek na ČDO sousedního objektu byl tedy splněn – vyhodnocení je doloženo v tabulce v kapitole 7.5.2 - Vyhodnocení denního osvětlení.

Schéma situace s vyznačením posuzovaných bodů v programu BuildingDesign:



7.5.3 Vyhodnocení proslunění objektu

Hodnocení proslunění obytných místností Rodinného domu, Brno-Chrlice 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 Tab. 7.6.1

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	
107 – Obývací pokoj a kuchyňský kout	17,43	50,04	0,35	0,100	splněno
201 - Ložnice	3,38	15,70	0,22		splněno
208 – Pokoj 1	3,38	15,00	0,23		splněno
209 – Pokoj 2	3,38	13,27	0,25		splněno
210 - Pracovna	3	9,05	0,33		splněno

Výpočet a hodnocení proslunění obytných místností pro den 1. 3. dle ČSN 73 4301 ve znění Z4:2019 čl. 4.3.2 bylo provedeno v programu BuildingDesign, hodnoty jsou uvedeny v Tab. 7.6.2.

Tab. 7.6.2 Posouzení minimální minimální doby proslunění

Obytná místnost	Doba proslunění [hod]	Požadavek [hod]	Posouzení	Hodnocení
107 – Obývací pokoj a kuchyňský kout	7:50	1:30	$7:50 > 1:30$	splněno
201 - Ložnice	0:00		$0:00 < 1:30$	nesplněno
208 – Pokoj 1	2:54		$2:54 > 1:30$	splněno
209 – Pokoj 2	2:54		$2:54 > 1:30$	splněno
210 - Pracovna	1:50		$1:50 > 1:30$	splněno

Požadavky na proslunění jsou splněny ve všech posuzovaných místnostech kromě ložnice, která je orientována na sever. Dle ČSN 73 4301 bude požadavek na proslunění RD splněn, pokud bude prosluněna nejméně 1/2 součtu ploch všech obytných místností.

Součet ploch všech obytných místností $\rightarrow 50,04 + 15,70 + 15,00 + 13,27 + 9,05 = 103,06 \text{ m}^2$

Součet ploch všech prosluněných obytných m. $\rightarrow 50,04 + 15,00 + 13,27 + 9,05 = 87,36 \text{ m}^2$

Posouzení: $87,36 / 103,06 = 0,85 > 0,5 \rightarrow$ **splněno, vyhovuje požadavku normy**

8 Závěr a navržená opatření

8.1 Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí

Na základě posouzení a následného vyhodnocení vnitřních konstrukcí objektu Novostavba rodinného domu, Brno-Chrlice 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 oddílování 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 zasekávány do nosných stěn nebo přiček, ale budou vedeny v předstěnách.
- Schodiště je akusticky napojeno ke schodišťové stěně, aby byl eliminován přenos kročejového zvuku – mezipodesta pomocí Schöck Tronsole typ Z a schodišťová ramena pomocí Schöck Tronsole typ L.

8.2 Ochrana proti hluku

Z porovnání vypočtených předpokládaných hladin akustického tlaku ve sledovaných bodech v chráněném venkovním prostoru stavby Rodinného domu, Brno-Chrlice z provozu všech zdrojů hluku s hygienickými limity je zřejmé, že **v denní a noční době** je limit prokazatelně dodržen.

8.3 Úspora energie a ochrana tepla

Na základě posouzení a následného vyhodnocení navržených skladeb vnějších i vnitřních konstrukcí objektu Rodinného domu, Brno-Chrlice 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 **nesplňují požadavek** na hodnotu poklesu dotykové teploty vždy v závislosti na účelu místnosti, kde se nachází, proto jsou v daných místnostech navrženy lokální koberečky
- 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, záclon na oknech a stínění přístřeškem
- 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 klasifikační třídy A energetické náročnosti budovy

8.4 Denní osvětlení

Na základě provedení 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

Výpočet a vyhodnocení je provedeno pro celý objekt rodinného domu.

Na základě posouzení a následného vyhodnocení objektu Rodinného domu, Brno-Chrlice 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.
- Vybraná kritická místnost č. 201 – ložnice je orientovaná na sever a svou dobou proslunění 0:00 hod nesplňuje požadavek na min. dobu proslunění obytné místnosti 1:30 hod. Pro realizaci stavby Rodinný dům, Brno-Chrlice **bude požadavek** dle ČSN 73 4301 **prokazatelně splněn**, protože bude prosluněna nejméně jedna polovina součtu ploch všech obytných místností.
- Kritický byt v objektu Rodinný dům, Brno-Chrlice **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.