

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

BUDOVA OBČANSKÉ VYBAVENOSTI

CIVIC AMENITIES BUILDING

POSOUZENÍ Z HLEDISKA STAVEBNÍ FYZIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Štěpán Stehlík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petra Berková, Ph.D.

BRNO 2025

Obsah

1.	Identifikační údaje budovy	4
2.	Účel posouzení	4
3.	Podklady pro zpracování	4
4.	Použité právní předpisy a normy	4
5.	Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla.....	5
5.1	Normativní požadavky.....	5
5.1.1	Součinitel prostupu tepla.....	5
5.1.2	Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce.....	6
5.1.3	Průměrný součinitel prostupu tepla	7
5.1.4	Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce	7
5.1.5	Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce	8
5.2	Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla.....	8
5.3	Údaje o splnění normativních požadavků	9
5.3.1	Šíření tepla konstrukcí a obálkou:.....	9
5.3.2	Šíření vlhkosti konstrukcí	11
5.3.3	Energetický štítek obálky budovy	12
5.4	Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí.....	13
5.5	Výpočet potřeb energie v objektu	14
6	Posouzení z hlediska akustiky a vibrací.....	15
6.1	Normativní požadavky	15
6.1.1	Urbanistická akustika:	15
6.1.2	Akustika stavebních konstrukcí:	16
6.2	Výpočet, posouzení.....	17
6.2.1	Vzduchová neprůzvučnost	17
6.2.2	Kročejová neprůzvučnost	19
6.2.3	Obvodový plášť	20
6.2.4	Hluková studie.....	22
6.2.5	Prostorová akustika	22
6.3	Požadavky na ostatní konstrukce a výrobky.....	23
7	Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění	23
7.1	Normativní požadavky.....	23
7.2	Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění	23
7.3	Vyhodnocení jednotlivých oblastí	24

7.3.1	Doba proslunění u bytových staveb a u pobytových prostor.....	24
7.3.2	Vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakových činností	24
7.3.3	Vyhodnocení vlivu stínění navrhované budovy na okolí dle požadavků na denní osvětlení podle kategorie území.....	24
8	Identifikace zpracovatele	26
9	Přílohy	26

1. Identifikační údaje budovy

Název stavby: Budova občanské vybavenosti
Místo stavby: ulice Na Zavadilce p. č. 000/1 a 000/2
551 01 Jaroměř
k.ú.: Jaroměř
Královéhradecký kraj
Zpracovatel: Bc. Štěpán Stehlík
Novotného 11
551 01 Jaroměř

Objekt je novostavba polyfunkčního domu se třemi nadzemními a jedním podzemním podlažím. Stavba je určena pro komerční účely, administrativní využití a trvalé bydlení.

Obvodové konstrukce jsou zděné z keramických tvárnic Porothersm 30 Profi opatřené kontaktním zateplovacím systémem ETICS z expandovaného polystyrenu. Střecha je jednoplášťová plochá vegetační extenzivní. Vodorovné konstrukce jsou monolitické železobetonové desky. Konstrukce základů jsou základové pásy z prostého betonu.

2. Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě požadavků vyhlášky č. 266/2021 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ověřit, zda daný objekt a jeho konstrukce splňuje:

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

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

3. Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování zprávy jsou:

- Studie novostavby polyfunkčního domu
- Rozpracovaná verze projektu ve fázi dokumentace pro provádění stavby
- Situace širších vztahů
- Fotodokumentace okolí a okolních objektů
- Urbanistické a klimatické poměry dané lokality
- Vnitřní a vnější okrajové podmínky

4. Použité právní předpisy a normy

[1] Zákon č. 283/2021 Sb. stavební zákon.

- [2] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.
- [3] vyhláška č. 266/2021 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- [4] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov.
- [6] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- [7] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů.
- [8] ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie.
- [9] ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.
- [10] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin.
- [11] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody.
- [12] ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.
- [13] ČSN 730525 -Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady.
- [14] ČSN 730527 -Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely.
- [15] ČSN 73 4301:2004 + Z1:2005 + Z2/2009 + Z3/2012 + Z4/2019 Obytné budovy.
- [16] ČSN 73 0580-1:2007 + Z1/2011 + Z2/2017 + Z3/2019 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky.
- [17] ČSN 73 0580-2:2007 + Oprava 1/2014 + Z1/2019 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov.
- [18] ČSN EN 17037+A1 (73 0582):2022 Denní osvětlení budov.

5. Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.1 Normativní požadavky

5.1.1 Součinitel prostupu tepla

Dle požadavků ČSN 73 0540 musí konstrukce vytápěných budov splňovat podmínku na součinitel prostupu tepla:

$$U \leq U_N,$$

Kde,

U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [$W/(m^2.K)$]

U je vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce [$W/(m^2.K)$]

Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla u budov s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18°C až 22°C se stanoví z tabulky 3 z ČSN 73 0540 – 2:2011 + Z1:2012. [9]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
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⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 5)}	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 temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	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

Tabulka 1 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající návrhovou teplotou 18°C až 22°C. [9]

5.1.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Konstrukce a styky konstrukcí v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} [-], splňoval podmínku:

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

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

Kde

f_{Rsi} je vypočtený teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,cr}$ je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-], je stanoven dle tabulky 1 z ČSN 73 0540 -2 nebo výpočtem [9].

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

Kde

θ_{ai} návrhová teplota vnitřního vzduchu

θ_e návrhová venkovní teplota v zimním období

φ_{ir} relativní vlhkost vnitřního vzduchu

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost – 80% (riziko vzniku plísní)

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Stavební konstrukce	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
Výplň otvoru podle 3.4	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

Tabulka 2 – Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$ [9]

5.1.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m².K)], budovy nebo vytápěné zóny budovy musí splňovat podmínku:

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

Kde

$U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla [W/(m².K)].

U_{em} je vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla [W/(m².K)].

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla se určí dle tabulky 5 z normy ČSN 73 0540-2. [9]

5.1.4 Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Norma stanovuje, že pro konstrukce, u kterých by zkondenzovaná vodní pára mohla ohrozit jejich požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci.

$$Mc = 0 \text{ [kg/(m}^2\text{.a)]}$$

U stavebních konstrukcí, kde kondenzace vodní páry neohrozí jejich požadovanou funkci, je požadováno omezení ročního množství zkondenzované vodní páry.

$$Mc \leq Mc_N$$

Jednoplášťová střecha, konstrukce se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukce s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jiná obvodová konstrukce s difuzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami je nižší z hodnot:

$$Mc,N = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}/\text{m}^3$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$ se použije 6 % jeho plošné hmotnosti

U ostatních stavebních konstrukcí:

$$Mc,N = 0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}/\text{m}^3$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$ se použije 10 % jeho plošné hmotnosti [9].

5.1.5 Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

U konstrukcí s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry podle 5.1.4 nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zbýt žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost stavební konstrukce. Tedy roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce. [9]

5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla

Geometrie budovy:

Objekt o třech nadzemních a jednom podzemním podlaží s kavárnou a obchodem v prvním nadzemním podlaží, administrativním zázemím firmy ve druhém podlaží a se čtyřmi bytovými jednotkami. Budova je zateplena kontaktním zateplovacím systémem ETICS z expandovaného polystyrenu. Střecha je jednoplášťová plochá, vegetační, extenzivní. Suterén je nevytápěný.

Posuzované konstrukce:

Sendvičové obvodové zdivo v nadzemních podlažích je zděné z keramických tvarovek Porotherm 30 Profi s tepelnou izolací z expandovaného polystyrenu EPS Isover Greywall SP 80 tl. 200 mm. Konstrukce stropu je monolitická železobetonová deska tl. 250 mm. Na desce je parozábrana tvořena asfaltovým pásem, dále tepelná izolace EPS desky 2x 120 mm, dále spádová vrstva tvořena spádovými klíny EPS ve spádu 3%, separační vrstva a povlaková hydroizolace z m-PVC, dále separační vrstva z geotextílie a na ní je hydroakumulační vrstva a na ní je substrát pro vegetační střechy a rohož s předpěstovanými rozchodníky. Výplně otvorů jsou plastové rámy s tepelně izolačním trojsklem. Vstupní dveře jsou hliníkové.

5.3 Údaje o splnění normativních požadavků

5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou:

– nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor [11]

$$f_{Rsi} = (\Theta_{si,min} - \Theta_e) / (\Theta_{ai} - \Theta_e) [-]$$

$\Theta_{si,min}$... nejnižší vnitřní povrchová teplota [°C]

Θ_e ... návrhová teplota exteriéru [°C]

Θ_{ai} ... návrhová teplota interiéru včetně přírážky [°C]

$$\Theta_{si,min} = \Theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\Theta_{ai} - \Theta_e) [^{\circ}\text{C}]$$

Θ_{ai} ... návrhová teplota interiéru včetně přírážky [°C]

U ... součinitel prostupu tepla j-té konstrukce [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]

R_{si} ... tepelný odpor při přestupu konstrukce z interiéru [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

Θ_e ... návrhová teplota exteriéru [°C]

Konstrukce	$f_{Rsi} [-]$	$f_{Rsi,N} [-]$	Posouzení
stěna S1	0,966	0,774	VYHOVÍ
stěna S3	0,956	0,774	VYHOVÍ
podlaha S20	0,907	0,759	VYHOVÍ
střecha S7	0,972	0,759	VYHOVÍ
střecha S32	0,965	0,759	VYHOVÍ
Atika kout	0,942	0,759	VYHOVÍ
Sokl kout	0,968	0,759	VYHOVÍ

Tabulka 3 – Posouzení teplotního faktoru vnitřního povrchu s požadovanými hodnotami

Podrobný výpočet viz příloha č. 2 – Tepelně technické posouzení

Všechny posuzované konstrukce vyhovují požadavkům ČSN 73 0540-2 +Z1 na teplotní faktor vnitřního povrchu.

– součinitel prostupu tepla U [11]

$$U = U_T + \Delta U [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

U_T ... součinitel prostupu tepla dané konstrukce [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]

ΔU ... zvýšení součinitele tepla vlivem tepelných mostů [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]

$$U_T = 1 / (R_{si} + \Sigma R + R_{se}) [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

R_{si} ... tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně povrchu [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

R_{se} ... tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně povrchu [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

ΣR ... tepelný odpor při prostupu konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

$$R = d / \lambda [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$$

R ... tepelný odpor jednotlivé vrstvy konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

d ... tloušťka jedné vrstvy konstrukce [m]

λ ... návrhový součinitel tepelné vodivosti jedné vrstvy konstrukce [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

Konstrukce	U (W.m ⁻² .K ⁻¹)	U _{n,20} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	U _{rec,20} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	U _{pas,20} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Posouzení
S1	0,14	0,30	0,25	0,18	Vyhoví na pasivní budovu
S3	0,18	0,30	0,25	0,18	Vyhoví na pasivní budovu
S5	0,86	2,70	1,80		Vyhoví na doporučenou hodnotu
S7	0,11	0,24	0,16	0,15	Vyhoví na pasivní hodnotu
S11	1,44	2,70	1,80		Vyhoví na doporučenou hodnotu
S20	0,20	0,60	0,40	0,30	Vyhoví na pasivní hodnotu
S25	0,34	2,20	1,45		Vyhoví na doporučenou hodnotu
S32	0,14	0,75	0,50	0,38	Vyhoví na pasivní hodnotu

Tabulka 4 – Posouzení součinitele prostupu tepla konstrukcí

$$U_w \leq U_N \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

U_w ... součinitel prostupu tepla výplně otvoru [W.m⁻².K⁻¹]

U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W.m⁻².K⁻¹]

$$U_w = A_g.U_g + A_f.U_f + l_g.\Psi_g A_g + A_f \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

A_g ... plocha zasklení okna [m²]

U_g ... součinitel prostupu tepla zasklení [W.m⁻².K⁻¹]

A_f ... plocha zasklení rámu [m²]

U_f ... součinitel prostupu tepla rámu [W.m⁻².K⁻¹]

l_g ... délka zasklení [m]

Ψ_g ... lineární činitel prostupu tepla zasklení [W.m⁻¹.K⁻¹]

Výplň	U_w (W.m ⁻² .K ⁻¹)	$U_{n,20}$ (W.m ⁻² .K ⁻¹)	$U_{rec,20}$ (W.m ⁻² .K ⁻¹)	$U_{pas,20}$ (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Posouzení
D1	1,10	1,70	1,20	0,90	Vyhoví na doporučenou hodnotu
D2	1,17	1,70	1,20	0,90	Vyhoví na doporučenou hodnotu
O1	0,71	1,50	1,20	0,80	Vyhoví na pasivní budovu
O2	0,78	1,50	1,20	0,80	Vyhoví na pasivní budovu
O3	0,74	1,50	1,20	0,80	Vyhoví na pasivní budovu
O4	0,82	1,50	1,20	0,80	Vyhoví na doporučenou hodnotu
O5	0,71	1,50	1,20	0,80	Vyhoví na pasivní budovu
O6	0,74	1,50	1,20	0,80	Vyhoví na pasivní budovu
O7	0,82	1,50	1,20	0,80	Vyhoví na doporučenou hodnotu
O8	0,71	1,50	1,20	0,80	Vyhoví na pasivní budovu

Tabulka 5 – Posouzení součinitele prostupu tepla výplní otvorů

Podrobný výpočet viz příloha č. 2 – Tepelně technické posouzení

Všechny posuzované konstrukce vyhovují požadavkům ČSN 73 0540-2 +Z1 na součinitel prostupu tepla.

5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí

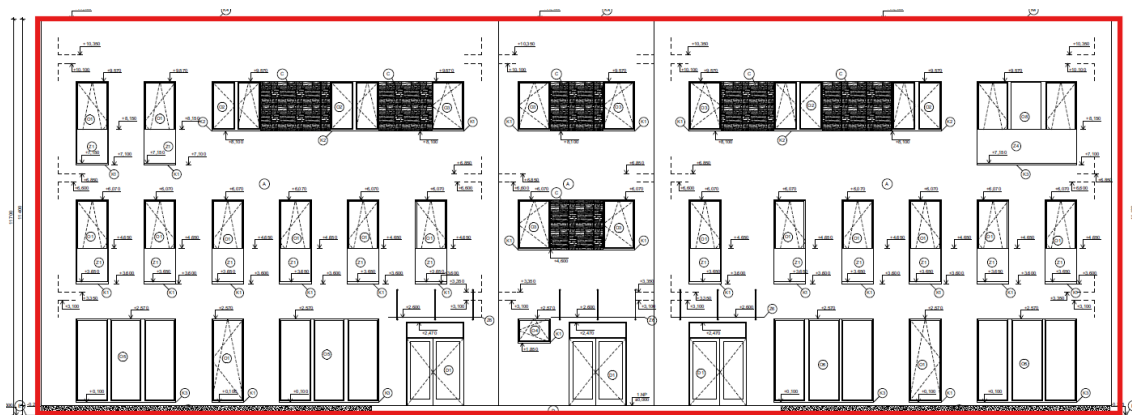
Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukcí:

V žádné konstrukci nedochází ke kondenzaci.

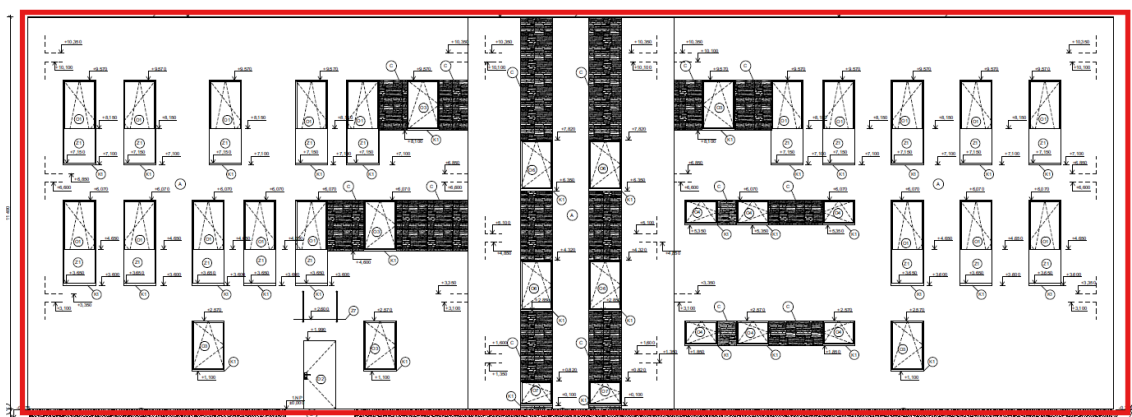
– výpočet viz příloha č. 2 – Tepelně technické posouzení

5.3.3 Energetický štítek obálky budovy

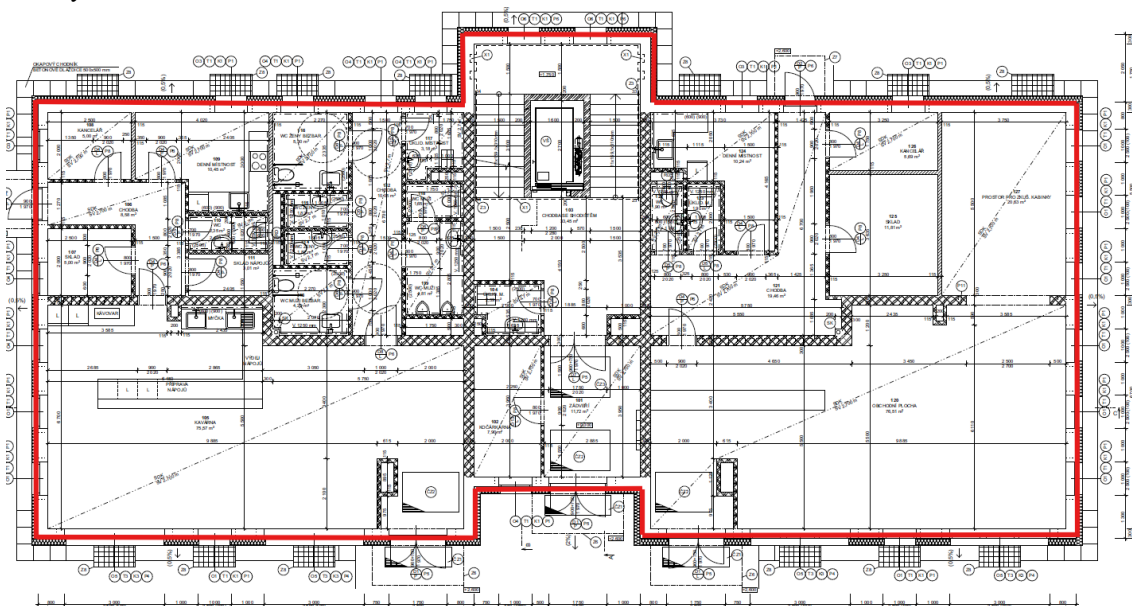
Východní pohled



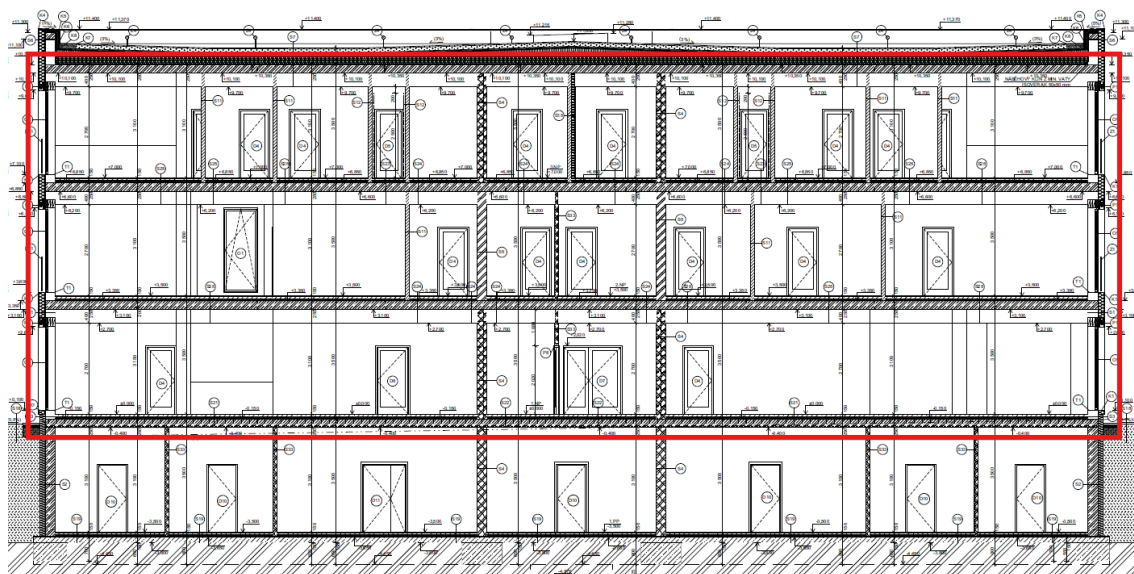
Západní pohled



Půdorys



Řez objektem



Klasifikace A – velmi úsporná

Podrobný výpočet viz příloha č. 2 – Tepelně technické posouzení

5.4 Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí

U většiny okenních otvorů jsou navrženy venkovní podomítkové kastlíky z purenitu pro uložení venkovních žaluzií.

5.5 Výpočet potřeb energie v objektu

PŘEDBĚŽNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA BUDOVY - OBÁLKOVÁ METODA

1. Celková měrná ztráta prostupem

Z energetického štítku budovy

$$H_T = \sum H_{Ti} + H_T \psi, \chi$$

$$H_T = 534 \quad \text{W/K}$$

2. Celková ztráta prostupem

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (t_{i,m} - t_e)$$

$$Q_{Ti} = 18684 \quad \text{W}$$

3. Ztráta větráním (přirozené)

Zjednodušený vzduchový objem budovy

$$V_b = 5008,53 \quad \text{m}^3$$

$$V_a = 0,8 \cdot V_b$$

$$V_a = 4006,82 \quad \text{m}^3$$

Číslo výměny vzduchu

$$n = 0,5 \quad \text{h}^{-1}$$

$n =$

Objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků

$$V_{ih} = 2003,41 \quad \text{m}^3 \text{h}^{-1}$$

$$V_{ih} = n \cdot V_a$$

4. Ztráta větráním

$$Q_{Vi} = 0,34 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,m} - t_e)$$

$$Q_{Vi} = 23841 \quad \text{W}$$

5. Celková předběžná tepelná ztráta budovy

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{Vi} =$$

$$Q_i = 42\,525 \quad \text{W}$$

Vytápění a ohřev teplé vody je řešený pomocí tepelného čerpadla vzduch/voda s celkovým výkonem 45 kW. Venkovní jednotky tepelného čerpadla jsou umístěné na střeše objektu. Budou umístěné tak, aby nepřenášely vibrace do budovy. V podzemním podlaží je umístěna vnitřní jednotka na antivibrační podložce, dále elektrický kotel jako doplňkový zdroj vytápění. V technické místnosti se také nachází zásobník teplé vody.

6 Posouzení z hlediska akustiky a vibrací

6.1 Normativní požadavky

Dle vyhlášky č. 266/2021 Sb. kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, je nutné splnění požadavků na akustické vlastnosti konstrukcí, ochranu hluku a vibracím.

6.1.1 Urbanistická akustika:

Ve vzdálenosti 2 metry od fasády je uvažovaný chráněný venkovní prostor stavby. Účelem posouzení je, na základě nařízení vlády NV č. 433/2022 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů, ověřit, zda daný objekt a jeho umístění splňuje požadované hygienické limity.

Hygienické limity v chráněném prostoru stavby jsou určeny pro denní dobu (6h-22h) - $L_{Aeq,T} = 50$ dB. Pro noční dobu je korekce -10 dB. Pro stacionární zdroj hluku je korekce +0 dB. Pro hluk z dopravy z pozemní komunikace, která byla umístěna nebo povolena rozhodnutím nebo opatřením podle jiného právního předpisu před 1. lednem 2000 se použije korekce +18 dB. Tedy pro den a stacionární zdroje je limit 50 dB, pro liniový zdroj je to 68 dB. Pro noční dobu je limit od stacionárního zdroje 40 dB a pro hluk od liniového zdroje 58 dB.

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru

Druh chráněného prostoru	Korekce [dB]		
	1)	2)	3)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lání	-5	+5	+13
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lání	0	+5	+13
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+10	+18

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:

1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů. Pro seřaďovací 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."

Výpočet byl proveden v programu Hluk+ a je samostatnou přílohou této práce. Viz příloha č. 3 – Hluková studie.

Všechny posuzované body vyhovují hygienickým limitům hladiny akustického tlaku.

6.1.2 Akustika stavebních konstrukcí:

Normové požadavky pro vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost byly převzaty z tabulky z normy ČSN 73 0532: 2020

Tabulka 1 – Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v domech s byty

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, DnT,w}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w, DnT,w}$ 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 (výměňkové 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	–

^a Požadavek platí pro vnitřní stěny bytu mezi obytnými místnostmi včetně vedlejších cest přes dveře, které nejsou součástí dělicí stěny (tj. např. přes dveře do společné haly). Požadavek na dveře se vztahuje pouze na dveře, které jsou součástí společné dělicí 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.

^b Požadavek se vztahuje pouze na starou, zejména panelovou výstavbu, pokud situace neumožňuje dodatečná zvukově izolační opatření.

^c Platí pro vstupní dveře ze společných prostor domu (chodby) do před síně (vstupní haly) bytu.

^d Platí pro vstupní dveře ze společných prostor domu (chodby) přímo do chráněné obytné místnosti bytu.

^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, hemy 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.

Tabulka 6 – Požadavky na zvukovou izolaci mezi byty

Tabulka 5 – Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v administrativních a víceúčelových budovách, úřadech a firmách

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	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 pracovny a přilehlými chodbami nebo jinými provozními prostory.					

Tabulka 7 – Požadavky na zvukovou izolaci v administrativních budovách

Vzduchová neprůzvučnost je dostačující, pokud platí $R'_w \geq R'_{w,N}$ [dB]

R'_w ... vážená stavební neprůzvučnost [dB]

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

R_w ... vážená laboratorní neprůzvučnost [dB]

k_1 ... korekce zahrnující vliv vedlejších cest šíření zvuku [dB]

Kročejová neprůzvučnost je dostačující, pokud platí $L'_{nw} \leq L'_{nw,N}$ [dB]

L'_{nw} ... vážená stavební hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

$L'_{nw,N}$... požadovaná vážená stavební hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

$L_{nw,N}$... vážená laboratorní hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

k_2 ... korekce zahrnující vliv vedlejších cest šíření zvuku [dB]

6.2 Výpočet, posouzení

6.2.1 Vzduchová neprůzvučnost

Nosná stěna mezi byty (Porotherm 30 AKU Z tl. 300 mm).

$$R_w = 57 \text{ dB}$$

$$k = 3 \text{ dB}$$

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$R'_w = 57 - 3 = 54 \text{ dB}$$

$$R'_w \geq R'_{w,N} \text{ (dB)}$$

$$54 > 53 \text{ (dB)} \dots \text{vyhovuje}$$

Nenosná stěna jednoho bytu (Porotherm 11,5 AKU Profi tl. 115 mm)

$$\begin{aligned}R_w &= 46 \text{ dB} \\k &= 4 \text{ dB} \\R'_w &= R_w - k_1 \\R'_w &= 46 - 4 = 42 \text{ dB} \\R'_w &> R'_{w,N} \text{ (dB)} \\42 &> 40 \text{ (dB)} \dots \text{vyhovuje}\end{aligned}$$

Nenosná stěna mezi byty s předstěnou (Porotherm 11,5 AKU Profi tl. 115 mm + předstěna SDK 12,5 mm a mezera 100 mm vyplněna vatou)

$$\begin{aligned}R_w &= 46 \text{ dB} \\k &= 3 \text{ dB} \\R'_w &= R_w + \Delta R_{w1} + \Delta R_{w2} - k_1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D_{\min} &\geq 0,73 \cdot (1/m'_1 + 1/m'_2) = 0,73 \cdot (1/176 + 1/9) = 0,085 \text{ m} \\D &= 100 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_0 &= 160 \cdot \sqrt{((0,111/d) \cdot (1/m'_1 + 1/m'_2))} = 160 \cdot \sqrt{((0,111/0,1) \cdot (1/176 + 1/9))} = \\&= 57,61 \text{ Hz} \\ \Delta R_w &= 74,4 - 20 \log(f_0) - R_w/2 = 74,4 - 20 \log(57,61) - 45/2 = 16,7 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R'_w &= R_w + \Delta R_w - k_1 \\R'_w &= 46 + 16 - 6 = 56 \text{ dB} \\R'_w &> R'_{w,N} \text{ (dB)} \\56 &> 53 \text{ (dB)} \dots \text{vyhovuje}\end{aligned}$$

Nosná stěna mezi kanceláří a chodbou (Porotherm 30 AKU Z tl. 300 mm)

$$\begin{aligned}R_w &= 57 \text{ dB} \\k &= 4 \text{ dB} \\R'_w &= R_w - k_1 \\R'_w &= 57 - 4 = 53 \text{ dB} \\R'_w &> R'_{w,N} \text{ (dB)} \\53 &> 37 \text{ (dB)} \dots \text{vyhovuje}\end{aligned}$$

Nenosná stěna mezi kanceláři (Porotherm 11,5 AKU Profi tl. 115 mm)

$$\begin{aligned}R_w &= 46 \text{ dB} \\k &= 4 \text{ dB} \\R'_w &= R_w - k_1 \\R'_w &= 46 - 4 = 42 \text{ dB} \\R'_w &> R'_{w,N} \text{ (dB)} \\42 &> 37 \text{ (dB)} \dots \text{vyhovuje}\end{aligned}$$

Nenosná stěna mezi jednacím m. a kuchyňkou nebo vedoucí pracovník a sekretářka (Porotherm 11,5 AKU Profi tl. 115 mm)

$$\begin{aligned} R_w &= 46 \text{ dB} \\ k &= 4 \text{ dB} \\ R'_{w,N} &= R_w - k \\ R'_{w,N} &= 46 - 4 = 42 \text{ dB} \\ R'_{w,N} &> R'_{w,N} \text{ (dB)} \\ 42 &= 42 \text{ (dB)} \dots \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

Stropní konstrukce mezi bytem a kanceláří (Monolitický strop tl. 250 mm, izolační desky z čedičových vláken 50 mm, Anhydrit 30 mm)

$$\begin{aligned} R_w &= (37,5 \cdot \log(m'/m_0)) - 42 = (37,5 \cdot \log(0,25 \cdot 2500/1)) - 42 \\ R_w &= 62 \text{ dB} \\ f_0 &= 160 \cdot \sqrt{(s' \cdot (1/m'_1 + 1/m'_2))} \\ f_0 &= 160 \cdot \sqrt{(8,4 \cdot (1/0,25 \cdot 2500 + 1/0,030 \cdot 2000))} = 62,67 \text{ Hz} \\ \Delta R_w &= 74,4 - 20 \log(f_0) - R_w/2 = 74,4 - 20 \log(62,67) - 62/2 = 7,5 \text{ dB} \\ k &= 3 \text{ dB} \\ R'_{w,N} &= R_w + \Delta R_w - k \\ R'_{w,N} &= 62 + 7,5 - 3 = 66 \text{ dB} \\ R'_{w,N} &> R'_{w,N} \text{ (dB)} \\ 66 &> 54 \text{ pro byt, } 52 \text{ pro kancelář (dB)} \dots \text{vyhovuje pro oboje} \end{aligned}$$

Stropní konstrukce mezi bytem a společným prostorem (Monolitický strop tl. 250 mm, izolační desky z čedičových vláken 50 mm, Anhydrit 30 mm)

$$\begin{aligned} R_w &= (37,5 \cdot \log(m'/m_0)) - 42 = (37,5 \cdot \log(0,25 \cdot 2500/1)) - 42 \\ R_w &= 62 \text{ dB} \\ f_0 &= 160 \cdot \sqrt{(s' \cdot (1/m'_1 + 1/m'_2))} \\ f_0 &= 160 \cdot \sqrt{(8,4 \cdot (1/0,25 \cdot 2500 + 1/0,030 \cdot 2000))} = 62,67 \text{ Hz} \\ \Delta R_w &= 74,4 - 20 \log(f_0) - R_w/2 = 74,4 - 20 \log(62,67) - 62/2 = 7,5 \text{ dB} \\ k &= 3 \text{ dB} \\ R'_{w,N} &= R_w + \Delta R_w - k \\ R'_{w,N} &= 62 + 7,5 - 3 = 66 \text{ dB} \\ R'_{w,N} &> R'_{w,N} \text{ (dB)} \\ 66 &> 52 \text{ (dB)} \dots \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

6.2.2 Kročejová neprůzvučnost

Stropní konstrukce mezi bytem a kanceláří (Monolitický strop tl. 250 mm, izolační desky z čedičových vláken 50 mm, Anhydrit 30 mm)

$$\begin{aligned} L'_{nw} &= L_{nw} - \Delta L_w + k_2 \\ L_{nw} &= 164 - 35 \cdot \log(m'/(1 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-2})) = 164 - 35 \cdot \log(0,25 \cdot 2500/1) = 66 \text{ dB} \\ \Delta L_w &= (13 \cdot \log(m'^2)) - ((14,2 \cdot \log(s'))) + 20,8 \\ \Delta L_w &= (13 \cdot \log(0,03 \cdot 2000)) - ((14,2 \cdot \log(8,4))) + 20,8 = 30,8 \text{ dB} \\ L'_{nw} &= 66 - 30,8 + 2 = 37 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$L'_{nw} < L'_{nw,N} \text{ (dB)}$$

37 < 53 pro byt (58 pro kancelář) (dB) ... vyhovuje

Všechny konstrukce posouzené na kročejovou i vzduchovou neprůzvučnost splňují požadavky normy ČSN 73 0532: 2020.

6.2.3 Obvodový plášť

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách $R'_{w,N}$ (dB) se určí z tabulky z normy.

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách $R'_{w,*}$ nebo $D_{nT,w,*}$, dB							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době 06:00–22:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, dB ^{**}						
	≤ 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70	> 70 ≤ 75	> 75 ≤ 80
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48
Pokoje v hotelech a penzionech	30	30	30	30	33	38	43
Nemocniční pokoje	30	30	30	33	38	43	(48)

Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v noční době 22:00–06:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, dB ^{**}						
	≤ 40	> 40 ≤ 45	> 45 ≤ 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48
Pokoje v hotelech a penzionech	30	30	30	30	33	38	43
Nemocniční pokoje	30	30	33	38	43	48	(53)

Tabulka 8 – Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště

Ve třetím NP objektu jsou navrženy bytové jednotky, které jsou přísnější než hodnoty pro administrativní prostory. Tedy uvažujeme hodnoty pro byty. Nejvyšší hodnota v denní době 2 m před fasádou je vypočtena 52,4 dB a pro noc 49,5 dB.

Požadovaná hodnota $R'_{w,N} = 30$ dB.

Tabulka D.1 – Stanovení minimální neprůzvučnosti plně části obvodového pláště

Požadavek na OP	Okna	Požadovaná neprůzvučnost R_{w0} plně části obvodové stěny při podílu plochy oken p_0 k celkové ploše fasády v místnosti				
$R'_{w,N}$ dB	R_{w0} dB	0,2 dB	0,3 dB	0,4 dB	0,5 dB	0,6 dB
30	30	33	33	34	36	41
	32	32	32	32	32	32
32	30	36	39	b	b	b
	32	35	35	36	38	43
34	30	42	b	b	b	b
	32	38	41	b	b	b

Požadavek na OP	Okna	Požadovaná neprůzvučnost R_{w0} plně části obvodové stěny při podílu plochy oken p_0 k celkové ploše fasády v místnosti				
$R'_{w,N}$ dB	R_{w0} dB	0,2 dB	0,3 dB	0,4 dB	0,5 dB	0,6 dB
36	30	b	b	b	b	b
	32	44	b	b	b	b
32	34	34	34	34	34	34
	36	a	a	a	a	a
34	34	37	37	38	40	45
	36	36	36	36	36	36
36	34	40	43	b	b	b
	36	39	39	40	42	47
38	34	46	b	b	b	b
	36	42	45	b	b	b
40	34	b	b	b	b	b
	36	48	b	b	b	b
36	38	38	38	38	38	38
	40	a	a	a	a	a
38	38	41	41	42	44	49
	40	40	40	40	40	40
40	38	44	47	b	b	b
	40	43	43	44	46	51
42	38	50	b	b	b	b
	40	46	49	b	b	b
44	38	b	b	b	b	b
	40	52	b	b	b	b
40	42	42	42	42	42	42
	44	a	a	a	a	a
42	42	45	45	46	48	53
	44	44	44	44	44	44
44	42	48	51	b	b	b
	44	47	47	48	50	55
46	42	54	b	b	b	b
	44	50	53	b	b	b
48	42	b	b	b	b	b
	44	56	b	b	b	b

^a Neprůzvučnost plně části obvodového pláště je nižší, než je neprůzvučnost oken. Doporučuje se, aby plná část obvodového pláště měla vyšší hodnotu než okna.

^b Uvedená kombinace oken a celkového požadavku na obvodový plášť neumožňuje vyhovující řešení.

Tabulka 9 – Požadavky na obvodový plášť

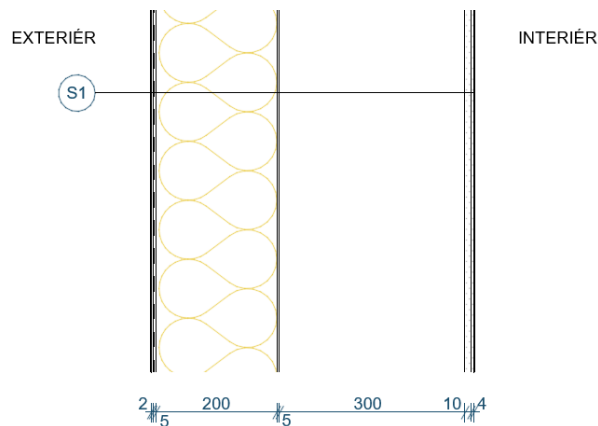
Vybereme místnost s největším podílem prosklených ploch, a tou je místnost 324 Ob. Pokoj + KK, k celkové ploše obvodového pláště.

Celková plocha obvodového pláště je 29,80 m². Plocha prosklených otvorů je 12,50 m². Tomu odpovídá 42%, tj. $p_o = 0,42$.

Dále se určí minimální vážená neprůzvučnost oken dle rovnice a tabulky D.1

$R_{wo} \geq 30 + 2 + 10 \cdot \log(0,42) = 28,3 \text{ dB}$. Tomu odpovídá nejbližší vyšší hodnota v tabulce pro okna $R_{wo} = 30 \text{ dB}$.

Minimální neprůzvučnost plné části pláště dle tab. D.1 pro neprůzvučnost okna $R_{wo} = 30 \text{ dB}$ při podílu oken 0,4 a při požadavku na neprůzvučnost obvodového pláště $R'w = 30 \text{ dB}$ je: $R_{ws} \geq 34 \text{ dB}$.



$$R'w = R_{w,katalog} - K_{vliv\ chybějící\ omítky} - K_{vliv\ zat.} - K_{ctr2,3} - K_1$$

Vliv zteplení = -5 dB

$$R'w = 48 - 3 - 5 - 3 - 2 = 35 \text{ dB}$$

$$R'w > R'w,N \text{ (dB)}$$

$$35 > 34 \text{ dB} \dots \text{Vyhoví}$$

Okenní otvory musí mít neprůzvučnost $R_{wo} \geq 30 \text{ dB}$.

6.2.4 Hluková studie

Posouzení bylo provedeno pomocí programu Hluk+. Výpočet je v příloze č. 3 – Hluková studie.

Vypočtené hodnoty vyhovují požadovaným limitům dle NV č. 433/2022 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

6.2.5 Prostorová akustika

Posouzení je samostatnou přílohou této práce viz Příloha č. 4 – Prostorová akustika. Byly posuzovány dvě místnosti v objektu, a to kancelář Open space a Jednací místnost. V obou místnostech byl navržen pohltivý podhled a obklad na stěnu. Po úpravě obě místnosti vyhovují na dobu dozvuku v místnosti.

6.3 Požadavky na ostatní konstrukce a výrobky

Dešťové svody jsou po celé výšce obaleny izolací proti hluku Mirelon Pro 110/20. Schodiště je dilatováno pomocí systému z elastomerových prvků SCHÖCK Tronsole. Výtah je dilatován po celém obvodu trvale pružnými deskami Stylomer. Venkovní jednotky tepelného čerpadla musí být umístěny na roznášecích patkách tak, aby nepřenášely vibrace do konstrukce střechy. Vnitřní jednotka je v technické místnosti uložena na antivibrační podložce.

7 Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění

7.1 Normativní požadavky

Přímé sluneční záření musí po stanovenou dobu vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, krytými průhledným a barvy neskreslujícím materiálem, jejichž celková plocha vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna nejméně jedné desetíně 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.

Sluneční záření musí po stanovenou dobu dopadat na kritický bod na vnitřní rovině osvětlovacího otvoru ve výšce 0,3m nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, ale nejméně 1,2m nad úrovní podlahy posuzované místnosti.

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).

7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění

Objekt je samostatně stojící na parcele č. 000/1 a 000/2. Ze severní, východní a západní strany je příjezdová komunikace k okolním bytovým domům. Na severní straně je také nově vybudovaná příjezdová cesta k navrženému objektu. Jsou celkem tři hlavní vstupy do objektu a nacházejí se na východní straně. V prvním nadzemním podlaží se nachází kavárna s příslušenstvím na jižní straně. Na severní straně se nachází obchodní plocha. A ve středu objektu je vstup do chodby se schodištěm, kde se dostaneme do vyšších podlaží. Druhé nadzemní podlaží zaujímá administrativní zázemí jedné firmy. Třetí a poslední nadzemní podlaží je využité pro trvalé bydlení. Jsou zde čtyři bytové jednotky o velikosti 3+KK. Objekty okolní zástavby jsou převážně bytové či rodinné domy s plochými střechami. Na jižní straně se nachází objekt, ve kterém je posilovna a obchodní dům. Jejich chráněný venkovní prostor stavby je ve vzdálenosti 2 m od středu kritických okenních otvorů

Okolní budovy jsou dostatečně vzdálené od navrhované stavby tak, aby nestínily do obytných místností. Zastiňují pouze prostory v 1.NP, kde se nachází kavárna. Na severní straně navrhovaného objektu je dostatečně velká plocha a navržený dům nezastiňuje okolní zástavbu. Výplně otvorů jsou plastová s tepelně izolačními trojskly.

7.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

7.3.1 Doba proslunění u bytových staveb a u pobytových prostor

Výpočet je proveden pro datum 1. března. Sluneční záření je posuzované na kritický bod na vnitřní rovině osvětlovacího otvoru ve výšce 0,3 m nad středem spodní hrany otvoru, ale nejméně 1,2 m nad úrovní podlahy.

Bytové jednotky se nachází na 3.NP, jsou čtyři o velikosti 3+KK. U bytových staveb je nutné, aby byla prosluněna minimálně jedna obytná místnost po dobu 90 minut. U všech obytných místností byla posuzována doba proslunění. U bytu na severovýchodní straně nevycházejí ložnice a pokoj. Avšak vychází obývací pokoj, který zaujímá více než 1/3 podlahové plochy bytu. Byt tedy splňuje podmínku na proslunění. U ostatních bytů vycházejí všechny pobytové místnosti.

Posuzované byty vyhovují požadovaným hodnotám. Podrobný výpočet viz Příloha č. 1 – Denní osvětlení

7.3.2 Vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakových činností

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

U kancelářských a provozních prostorů v 1.NP a 2.NP se neposuzuje doba proslunění, ale pouze činitel denní osvětlenosti. Kancelářské prostory se dle normy 73 0580-4 řadí do kategorie třídy zrakové činnosti IV. Hodnota ČDO v % je minimální $e_{min} = 1,5$ a průměrná $e_m = 5$. Body v místnosti byly umístěny v pravidelné síti na vodorovné srovnávací rovině ve výšce 0,85 m.

U kanceláří byly prostory zmenšeny na pracovní prostor viz příloha č.1 – Denní osvětlení.

Posuzované prostory vyhovují požadovaným hodnotám. Podrobný výpočet viz Příloha č. 1 – Denní osvětlení.

7.3.3 Vyhodnocení vlivu stínění navrhované budovy na okolí dle požadavků na denní osvětlení podle kategorie území

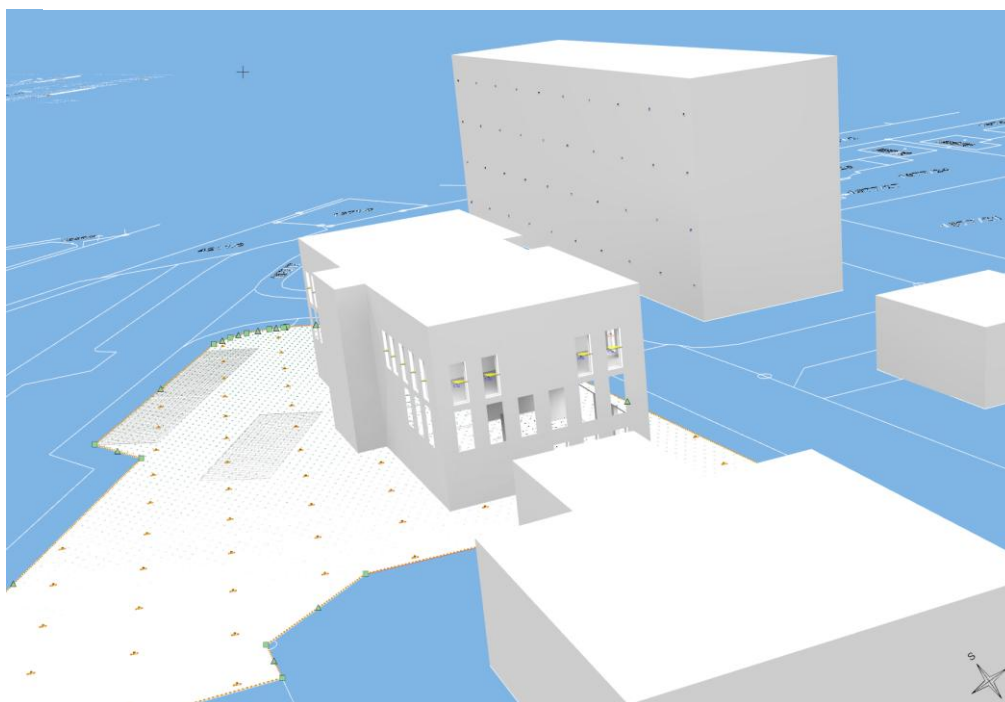
Řešený objekt žádným způsobem nezastiňuje okolní budovy, avšak byl posuzován nejbližší objekt na činitel denní osvětlenosti pomocí umístěných bodů na fasádě v rovině zasklení.

Sousední objekt vyhovuje požadovaným hodnotám. Podrobný výpočet viz Příloha č. 1 – Denní osvětlení.

Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Počet prosluněných místností	Požadovaná hodnota	Proslunění
Prostor 2							
Činitel denní osvětlenosti Wdls	99,9 / 50,0 %	99,9 %	99,9 %	1			
Budova							
Činitel denní osvětlenosti Wdls	33,3 / 32,0 %	39,6 %	43,2 %	0,77			
3.A - Byt							
Prosluněné místnosti					3 / 1		
3.B - Byt							
Prosluněné místnosti					1 / 1		
3.C - Byt							
Prosluněné místnosti					3 / 1		
3.D - Byt							
Prosluněné místnosti					1 / 1		
1.A.1 - Kavárna							
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		11,1 %	0,076		(2,0) 66 / 50 %	
1.B.1 - Obchod							
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		8,5 %	0,078		(2,0) 60 / 50 %	
2.A.1 - Open space							
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		4,3 %	0,21		(2,0) 55 / 50 %	
2.A.2 - Kancelář							
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		5,3 %	0,26		(2,0) 67 / 50 %	
2.A.3 - Kancelář							
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		5,3 %	0,19		(2,0) 71 / 50 %	
2.A.4 - Kancelář							
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		5,3 %	0,14		(2,0) 50 / 50 %	
2.A.5 - Sekretářka							
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		6,1 %	0,12		(2,0) 58 / 50 %	
2.A.6 - Vedoucí							
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		6,8 %	0,21		(2,0) 80 / 50 %	
2.A.7 - Jednací místnost							
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		6,1 %	0,15		(2,0) 58 / 50 %	
3.A.1 - Ložnice							
Činitel denní osvětlenosti	1,3 / 0,7 %	1,4 / 0,9 %	1,4 %	0,97			
Proslunění							2:15 / 1:30
3.A.2 - Pokoj							
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	0,9 %	1			
Proslunění							2:15 / 1:30
3.A.1 - Obývací pokoj + KK							
Činitel denní osvětlenosti	1,5 / 0,7 %	2,4 / 0,9 %	3,3 %	0,44			
Proslunění							7:51 / 1:30
3.B.1 - Ložnice							
							3 / 67
Činitel denní osvětlenosti	0,7 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	1,1 %	0,65			
Proslunění							0:48 / 1:30
3.B.2 - Pokoj							
Činitel denní osvětlenosti	1,2 / 0,7 %	1,2 / 0,9 %	1,2 %	1			
Proslunění							0:48 / 1:30
3.B.3 - Obývací pokoj + KK							
Činitel denní osvětlenosti	1,3 / 0,7 %	2,3 / 0,9 %	3,3 %	0,4			
Proslunění							5:36 / 1:30
3.C.1 - Ložnice							
Činitel denní osvětlenosti	1,4 / 0,7 %	1,4 / 0,9 %	1,4 %	0,99			
Proslunění							2:15 / 1:30
3.C.2 - Místnost							
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	0,9 %	0,98			
Proslunění							2:15 / 1:30

3.C.3 - Místnost					
Činitel denní osvětlenosti	1,2 / 0,7 %	2,3 / 0,9 %	3,4 %	0,36	
Proslunění					2:15 / 1:30
3.D.1 - Ložnice					
Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	1,0 %	0,83	
Proslunění					0:48 / 1:30
3.D.2 - Pokoj					
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	0,9 %	1	
Proslunění					0:48 / 1:30
3.D.3 - Obývací pokoj + KK					
Činitel denní osvětlenosti	1,3 / 0,7 %	2,3 / 0,9 %	3,3 %	0,38	
Proslunění					1:51 / 1:30



8 Identifikace zpracovatele

Bc. Štěpán Stehlík
 Novotného 11
 511 00 Jaroměř
 Datum zpracování: 08.01.2025

Podpis:

9 Přílohy

- Příloha č. 1 – Denní osvětlení
- Příloha č. 2 – Tepelně technické posouzení
- Příloha č. 3 – Hluková studie
- Příloha č. 4 – Prostorová akustika