



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

REZIDENČNÍ BYDLENÍ S KOMERČNÍMI PROSTORY

RESIDENTIAL HOUSING WITH COMMERCIAL SPACES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

SLOŽKA D.1.1 – STAVEBNÍ FYZIKA

FOLDER N. 6 – BUILDING PHYSICS ASSESMENT

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kateřina Raimundová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marie Rusinová, Ph.D.

BRNO 2026

ZHODNOCENÍ OBJEKTU A STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ Z HLEDISKA POŽADAVKŮ NA TEPELNOU TECHNIKU, AKUSTIKU A DENNÍ OSVĚTLENÍ

Obsah

1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE OBJEKTU	4
1.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE STAVBY	4
1.2	LOKALITA OBJEKTU	4
1.3	PROVOZNÍ ŘEŠENÍ A ÚČEL OBJEKTU	4
1.4	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ.....	5
2.	ÚČEL POSOUZENÍ.....	5
3.	PODKLADY KE ZPRACOVÁNÍ	5
4.	POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY	6
5.	POSOUZENÍ Z HLEDISKA OCHRANY TEPLA A ÚSPORY ENERGIE	6
5.1	NORMATIVNÍ POŽADAVKY	6
5.1.1	NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÁ TEPLOTA KONSTRUKCE.....	7
5.1.2	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA	8
5.1.3	PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA.....	12
5.1.4	POKLES DOTYKOVÉ TEPLoty	14
5.1.5	ZKONDENZOVANÁ VODNÍ PÁRA UVNITŘ KONSTRUKCE	15
5.1.6	ROČNÍ BILANCE KONDENZACE A VYPAŘOVÁNÍ VODNÍ PÁRY UVNITŘ KONSTRUKCE	16
5.2	TECHNICKÉ ÚDAJE BUDOVY Z HLEDISKA OCHRANY TEPLA A ÚSPORY ENERGIE	16
5.2.1	GEOMETRIE BUDOVY.....	16
5.2.2	CHARAKTERISTIKA POSUZOVANÝCH KONSTRUKCÍ	16
5.3	ÚDAJE O SPLNĚNÍ NORMATIVNÍCH POŽADAVKŮ	17
5.3.1	ŠÍŘENÍ TEPLA KONSTRUKCÍ A OBÁLKOU	17
5.3.1.1	Okrajové podmínky	17
5.3.1.2	Nejnižší povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor.....	18
5.3.1.3	Součinitel prostupu tepla.....	18
5.3.1.4	Pokles dotykové teploty podlahy.....	19
5.3.2	ŠÍŘENÍ VLHKOSTI KONSTRUKCÍ	20
5.3.3	TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTÍ.....	21
5.4	POŽADAVKY NA KOORDINACI SE STAVEBNÍ ČÁSTÍ A OSTATNÍ PROFESE.....	21
5.5	STAVEBNĚ ENERGETICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY.....	21
5.6	VYHODNOCENÍ ŘEŠENÉHO OBJEKTU Z HLEDISKA ÚSPORY ENERGIE A OCHRANY TEPLA ...	23
5.6.1	VÝSLEDKY VÝPOČTŮ Z TEPELNÉ TECHNIKY 1D	23

5.7	VÝSLEDEK ENERGETICKÉHO HODNOCENÍ BUDOVY	24
5.7.1	ENERGETICKÁ KONCEPCE OBJEKTU PODLE ČSN 73 0540-2	26
6.	POSOUZENÍ Z HLEDISKA AKUSTIKY A VIBRACÍ.....	27
6.1	NORMATIVNÍ POŽADAVKY	27
6.2	URBANISTICKÁ AKUSTIKA	27
6.3	AKUSTIKA STAVBENÍCH KONSTRUKCÍ.....	29
6.4	PROSTOROVÁ AKUSTIKA.....	29
6.5	TECHNICKÉ ÚDAJE OBJEKTU Z HLEDISKA AKUSTIKY A VIBRACÍ	32
6.6	DÍLČÍ VYHODNOCENÍ.....	32
6.6.1	POSOUZENÍ CHRÁNĚNÉHO VENKOVNÍHO PROSTORU.....	32
6.6.2	POSOUZENÍ Z HLEDISKA VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI.....	33
6.6.3	POSOUZENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ	36
7.	POSOUZENÍ Z HLEDISKA DENNÍHO OSVĚTLENÍ A PROSLUNĚNÍ	38
7.1	NORMATIVNÍ POŽADAVKY	38
7.1.1	Z HLEDISKA PROSLUNĚNÍ.....	38
7.1.2	Z HLEDISKA DENNÍHO OSVĚTLENÍ	38
7.2	TECHNICKÉ ÚDAJE Z HLEDISKA OSVĚTLENÍ A PROSLUNĚNÍ.....	38
7.3	VYHODNOCENÍ.....	40
7.4	IDENTIFIKACE ZPRACOVATELE	42
7.5	PŘÍLOHY.....	42

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE OBJEKTU

1.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE STAVBY

Název: Rezidenční bydlení s komerčními prostory

Účel: Objekt pro bydlení a provoz obchodu a veterinární ordinace

Charakter: Novostavba

Místo stavby: ulice Čáslavská, 538 03 Heřmanův Městec
k.ú.: Heřmanův Městec [638731]

Parcelní čísla: 2384/11

Projektant: Bc. Kateřina Raimundová, Příčná 158,
Třemošnice 538 43

1.2 LOKALITA OBJEKTU

Novostavba objektu se nachází v proluce na ulici Čáslavská ve městě Heřmanův Městec ve východních Čechách. Objekt se nachází u silnice I. třídy na západ od centra města. V blízkosti se nachází vlakové i autobusové nádraží, obchody, pohostinství, provozy jako kadeřnictví, banka, drogerie... Nedaleko se nachází mateřská škola, základní škola, základní umělecká škola, domov pro seniory, zámecký park, sportovní hala, knihovna. V přilehlé zástavbě se nachází rodinné i bytové domy. Přímo za novostavbou se nachází autoservis ve vlastnictví investora.

1.3 PROVOZNÍ ŘEŠENÍ A ÚČEL OBJEKTU

Jedná se o novostavbu třípodlažního pavlačového polyfunkčního domu. První podlaží bude využito pro komerční prostory, konkrétně veterinární ordinaci a obchod. Budou se zde nacházet i technické prostory pro celý dům. Zhruba prostředkem objektu je navržen vjezd do dvora, kde se nachází 10 parkovacích stání, z čehož 3 jsou krytá a zbylých 7 je navrženo jako venkovní stání bez přístřešku. Nachází se zde skladovací kóje pro obyvatele bytových jednotek, které se nachází ve druhém a třetím podlaží. V každém podlaží jsou navrženy celkem 4 bytové jednotky o velikostech 2x3+kk, 1x2+kk a 1x1+kk.

1.4 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Jedná se o skeletový systém vyzdívaný keramickými tvárnicemi Porotherm tl. 250 mm. Objekt je založen na pilotách, sloupy jsou uloženy do kalichů. Veškeré zdivo je navrženo z tvárníc porotherm. Stropy jsou navrženy z prefabrikovaných dílců spiroll. Střecha je navržena jako sedlová, rovněž z dílců spiroll. Celý objekt bude zateplen minerální vlnou tl. 200 mm. Lodžie jsou navrženy z dílců spiroll. Konstrukce pavlače je z prefabrikovaných železobetonových desek s isonosníky NIL. Schodišťová věž je prefabrikovaná železobetonová založena na základových pásech. Terasa má nosnou konstrukci ze zdiva tl. 250 mm a dílců spiroll.

2. ÚČEL POSOUZENÍ

Účelem je ověřit podle Vyhlášky č. 283/2021. Ve znění pozdějších předpisů o

technických požadavcích na stavby, zda jsou splněny následující skutečnosti:

- objekt splňuje požadavky na úsporu energie;
- navrhované konstrukce a obálka navrhovaného objektu vyhovují požadovaným hodnotám na tepelně technické vlastnosti;
- v objektu jsou dodrženy požadavky na denní osvětlení a proslunění;
- v objektu je zajištěna ochrana proti šíření hluku a vibrací v návaznosti na zvukoizolační vlastnosti konstrukcí v souladu s požadavky na bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu

3. PODKLADY KE ZPRACOVÁNÍ

Jako podklady ke zpracování zprávy byla použity:

- Studijní a přípravné práce
- Pracovní verze projektu ve fázi provádění stavby
- Koordinační situace
- Územní plán města Heřmanův Městec
- Katastrální mapy
- Příslušné normy a předpisy
- Technické listy výrobků
- Skladby konstrukcí

4. POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY

Ke zpracování posudků byla respektována platná legislativa, tj. Vyhlášky a normy platné ke dni zpracování projektu a samotného posouzení.

- [1] Zákon č. 283/2021 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- [2] Vyhláška č. 146/2024 Sb. o požadavcích na výstavbu
- [3] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací vzpp.
- [4] Vyhláška č. 222/2024 Sb. o energetické náročnosti budov
- [5] ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- [6] ČSN 73 0540-2:2025 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [7] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [8] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- [9] ČSN EN 17037+A1:2023 – Denní osvětlení budov
- [10] ČSN 73 4301:2004 + Z4:2019 Obytné budovy
- [11] ČSN 73 0580-1:2007 + Z3:2019 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky
- [12] ČSN 73 0580-2:2007 + Z1:2019 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov
- [13] ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků –Požadavky
- [14] ČSN EN 17037+A1 Denní osvětlení budov
- [15] ČSN EN 17037 proslunění

5. POSOUZENÍ Z HLEDISKA OCHRANY TEPLA A ÚSPORY ENERGIE

5.1 NORMATIVNÍ POŽADAVKY

(1) Budova musí být navržena a provedena tak, aby byla zajištěna

- a) její tepelná ochrana,
- b) nejnižší vnitřní povrchová teplota,

- c) celková průvzdušnost obálky budovy,
- d) tepelná stabilita místností v letním období,
- e) ochrana proti

1. pronikání vody do stavby a jejích konstrukcí,
2. šíření vlhkosti v konstrukcích a ve vnitřním prostředí stavby.

(2) Budova musí být dále navržena a provedena tak, aby bylo zamezeno zvyšování objemové aktivity radonu.

5.1.1 NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÁ TEPLOTA KONSTRUKCE

Obálka budovy musí vykazovat takovou nejnižší vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající nejnižší teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,min}$ bezrozměrný, splňoval podmínku:

$$f_{Rsi,min} \geq f_{Rsi,RQ}$$

kde je

$f_{Rsi,min}$ nejnižší teplotní faktor vnitřního povrchu

$f_{Rsi,RQ}$ požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, stanovená ze vztahu:

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

kde je

$f_{Rsi,cr}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu, stanovený podle odstavce 5.1.2. ČSN 520674

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu se stanoví z kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\phi_{si,cr}$ v %, která je:

- a) Pro povrchy obálky budovy v místě zabudovaných konstrukcí s nízkou tepelnou setrvačností a nepropustnou povrchovou úpravou daná hodnotou $\phi_{si,cr} = 100\%$, která zajišťuje prevenci rizika vzniku kondenzace na vnitřním povrchu konstrukcí
- b) Pro povrchy obálky budovy v místě ostatních zabudovaných konstrukcí, anebo jejich částí, daná hodnotou $\phi_{si,cr} = 80\%$, které zajišťuje prevenci rizika vzniku plísní na vnitřním povrchu konstrukcí.

5.1.2 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA

Účel:

Součinitel prostupu tepla U je základní charakteristika obálky budovy; dodržení požadované hodnoty zvyšuje komfort a snižuje riziko kondenzace vodní páry na povrchu konstrukcí.

Obecné pravidlo:

Konstrukce vytápěných prostorů musí splňovat

$$U \leq U_{RQ}$$

kde U_{REQ} je požadovaná (hraniční) hodnota součinitele prostupu tepla $[W/(m^2 \cdot K)]$.

Podmínky použití:

Toto platí pro konstrukce v zónách s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_m \leq 60 \%$.

Určení U_{REQ} :

Zóna s převládající návrhovou vnitřní teplotou θ_m v intervalu 18 °C až 22 °C (včetně)

Pro tyto běžné obytné a podobné zóny platí:

$$U_{RQ} = U_{N,20}$$

kde $U_{N,20}$ je požadovaná hodnota ze *tabulek 1a a 1b* ($W/(m^2 \cdot K)$) podle typu konstrukce.

Zóny s jinou převládající návrhovou vnitřní teplotou θ_m

Pokud je převládající vnitřní teplota odlišná (viz definice z normy), používá se korekční faktor e_1 a vypočte se:

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

kde

$$e_1 = \frac{16}{\theta_m - 4}$$

a zároveň je e_1 omezena:

$$0,75 \leq e_1 \leq 1,75.$$

(tj. pokud vzorec dává menší než 0,75, použije se 0,75; pokud větší než 1,75, použije se 1,75.)

Pro splnění doporučených hodnot platí vztah:

$$U \leq U_{RQ}$$

Kde

U_{REC} je odpovídající přepočtená doporučená hodnota součinitele prostupu tepla stanovená s využitím tabulek 1a a 1b (W/m^2K).

Cílová hodnota součinitele prostupu tepla U_{FIN} se pro konstrukce v zónách (prostorech) s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_m nižší než $18\text{ }^{\circ}C$ přepočte analogicky se vztahy (5) a (6). Pro zóny s převažující vnitřní návrhovou teplotou θ_m vyšší nebo rovnou $18\text{ }^{\circ}C$ se výpočet neprovádí.

Pro splnění cílových hodnot platí vztah:

$$U \leq U_{FIN}$$

Kde

U_{FIN} je odpovídající přepočtená cílová hodnota součinitele prostupu tepla stanovená podle tabulek 1a a 1b (W/m^2K).

Tab 1 Normová tabulka 1a – Požadované, doporučené a cílové hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí z vytápěné zóny do exteriéru pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_m v intervalu 18 °C až 22 °C včetně.

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla W/(m ² ·K)		
		Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{REC,20}$	Cílové hodnoty $U_{FN,20}$
Stěna vnější		0,30	Těžké ⁷⁾ : 0,25 Lehké ⁷⁾ : 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 60°		0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 60° 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
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{1), 2)}		0,45	0,30	0,22 až 0,15
Podlaha vytápěného prostoru nad průlezným prostorem provětrávaným venkovním vzduchem (zvýšená podlaha)		0,30	0,20	0,18 až 0,12
Výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří ^{5), 6)}		1,50	1,20	0,80 až 0,60
Výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí se sklonem do 60°		1,50	1,20	1,10 až 0,90
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)		1,70	1,20	0,90 až 0,80
Lehký obvodový plášť (LOP) ³⁾ , hodnocený jako smontovaná sestava včetně vlivu nosných rámu, sloupků a příčníků, s poměrou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$, v m ² /m ² , kde je A celková plocha charakteristického výseku LOP, v m ² ; A _w plocha průsvitné výplně otvoru včetně příslušných částí rámu, sloupků a příčníků v charakteristickém výseku LOP, v m ² .	$f_w \leq 0,5$	0,25 + 1,2 · f_w	0,2 + f_w	0,2 + 0,8 · f_w
	$f_w > 0,5$	0,7 + 0,6 · f_w		
Kovový rám výplně otvoru		–	1,00	0,90
Nekovový rám výplně otvoru ⁴⁾		–	1,00 až 0,70	0,90 až 0,60
Rám lehkého obvodového pláště		–	1,20	0,90

¹⁾ 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.

²⁾ Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (tj. bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370.

³⁾ Požadavek platí pro LOP v jakékoli poloze. Uplatní se tedy i pro prosklené střechy a další obdobné konstrukce. V případě, že LOP je odkloněn od svislé polohy o více než 30°, stanovuje se f_w ze vztahu $f_w = A_w / A + 0,2$.

⁴⁾ Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy.

⁵⁾ Vztahuje se i na výplně otvorů v odklonu od svislé polohy do 30°.

⁶⁾ Prosklené balkonové dveře a prosklená zdvižně posuvná výplň otvoru (tzv. HS portál) se hodnotí jako okno.

⁷⁾ Rozlišení typu konstrukce podle 3.7.

Tab 2 Normová tabulka 1b – Požadované, doporučené a cílové hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí z vytápěné zóny do sousedního nevytápěného prostoru pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_m v intervalu 18 °C až 22 °C včetně.

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla W/(m ² ·K)		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{REC,20}$	Cílové hodnoty $U_{FIN,20}$
Strop pod nevytápěným podstřešním prostorem (se střechem bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěnému podstřešnímu prostoru (se střechem bez tepelné izolace)	0,30	Těžké ³⁾ : 0,25 Lehké ³⁾ : 0,20	0,18 až 0,12
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru, který je převážně v kontaktu s dalšími vytápěnými prostory (např. vnitřní schodiště, zádveří)	0,95	0,60	0,40 až 0,30
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru, který je převážně v kontaktu s exteriérem a zemínou (např. garáž)	0,30	0,20	0,20 až 0,15
Stěna mezi sousedními budovami ²⁾	1,10	0,70	0,70
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,10	0,70	0,70
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	0,90
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,20	1,50	1,50
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,70	1,80	1,80
Výplň otvoru z vytápěného k nevytápěnému prostoru, který je převážně v kontaktu s dalšími vytápěnými prostory (např. vnitřní schodiště, zádveří)	3,00	2,30	1,70
Výplň otvoru z vytápěného do nevytápěného prostoru, který je převážně v kontaktu s exteriérem a zemínou (např. garáž)	1,70	1,20	0,80 až 0,60
POZNÁMKY ¹⁾ V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do sousedního nevytápěného prostoru. ²⁾ 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. ³⁾ Rozlišení podle 3.7.			

Postup výpočtu součinitele prostupu tepla:

Stanoví se pomocí vzorce: $U = \frac{1}{R_T} [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$

Kde R_T tepelný odpor při přestupu tepla celou konstrukcí

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$$

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

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

R tepelný odpor [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]

$$R = \sum_i \frac{d_i}{\lambda_i} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$$

d tloušťka materiálu [m]

λ součinitel tepelné vodivosti materiálu [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]

Tab 3 Návrhové hodnoty odporu při přestupu tepla na vnější straně konstrukce a na vnitřní straně konstrukce bez povrchové kondenzace

Klimatické období	Druh konstrukce a povrch konstrukce	Tvar a orientace povrchu konstrukce	Odpor při přestupu tepla $R_{si}, R_{se}, R_{se}^*, R_{sik}$ $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	
			pro výpočty šíření vlhkosti a rizika růstů plísní	pro výpočty šíření tepla
1	2	3	4	5
Zimní	Vnější povrch stavební konstrukce a výplně otvoru		0,04	0,04
Zimní, při nadmořské výšce nad 1 000 m n.m.			0,03	0,03
Letní			0,07	0,07
Zimní i letní	Vnitřní povrch stavební konstrukce	Svislý povrch	0,25	0,13
		Vodorovný povrch Při tepelném toku	zdola nahoru	0,25
			shora dolů	0,17
		Svislý kout	0,25	0,19
		Vodorovný kout	0,25	0,21
	Vnitřní povrch výplně otvoru	Svislý povrch, nebo povrch se sklonem od 90° do 60° od vodorovné roviny		0,13
		Vodorovný povrch, nebo povrch se sklonem od 0° do 60° od vodorovné roviny		0,13
		Vodorovný povrch při tepelném toku	zdola nahoru	0,13
			shora dolů	–
		Svislý kout		0,13
		Vodorovný kout		0,13

POZNÁMKY
1 Ve větrané vzduchové vrstvě se uvažuje odpor při přestupu tepla shodný s odporem na vnitřní straně téže konstrukce.
2 Pro vodorovné povrchy konstrukcí mezi shodně vytápěnými prostory se pro spodní povrch uvažuje hodnota platná pro tepelný tok zdola nahoru, pro horní povrch hodnota platná pro tepelný tok shora dolů.
3 Pro šikmé povrchy odchýlené o více než 30° od uvedených orientací se stanoví odpory při přestupu tepla lineární interpolací se zaokrouhlením na setiny.

5.1.3 PRŮMĚRNÝ SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/mK] budovy nebo vytápěné zóny budovy musí

splňovat podmínku:

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

Kde

U_{em} ...průměrný součinitel prostupu tepla [W/m²K]

$U_{em,N}$...požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla [W/m²K]

Požadovaná hodnota se stanoví:

a) Pro stavby, kde je převládající požadovaná vnitřní teplota Θ_{im} v rozmezí od 18 °C do 22 °C včetně a pro veškeré vnější teploty stanovené v tabulce 5 normy ČSN 73 0540-2 týkající se tepelné ochrany budov – Část 2: Požadavky, se považují všechny obytné budovy (nezahrnující výrobní prostory), občanské stavby (nezahrnující výrobní prostory) s dlouhodobým pobytem osob (například školní budovy, administrativní budovy, ubytovací zařízení, veřejné budovy, restaurace, většina zdravotnických zařízení) a další budovy, pokud převažující požadovaná teplota Θ_{im} spadá do uvedeného rozmezí.

b) Pro budovy s odlišnou převažující návrhovou teplotou ze vztahu:

$$U_{em,N} = U_{em,N,20} \cdot e1$$

kde:

$U_{em,N,20}$... průměrný součinitel prostupu tepla z tab. 5 této normy [W/m²K]

$e1$... součinitel typu budovy podle vztahu (10) a tabulky 4 této normy

Součinitel prostupu tepla U_w výplně otvoru se stanovuje vrátane rámu. Na základě normy ČSN 73 0540-3 se výpočet dá vykonat zjednodušenou metodou.

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f + U_f + l_g + \psi_g}{A_f + A_g}$$

Kde U_g součinitel prostupu tepla zasklení [W/(m²·K)]

U_f součinitel prostupu tepla rámu [W/(m²·K)]

A_g celková plocha zasklení [m²]

A_f celková plocha rámu [m²]

l_g viditelný obvod zasklení [m]

ψ_g lineární činitel prechodu tepla způsobený kombinovanými tepelnými vlivy zasklení distančního rámčku a rámu [W.m⁻¹.K⁻¹]

Tab 4 Lineární činitel prostupu tepla distančních hliníkových, ocelových rámečků a se zlepšením tepelně izolačními vlastnostmi, plast/kov

Materiál rámu výplně otvoru	Dvojsklo nebo trojsklo, Nepokovené zasklení, Vzduchová nebo plynová mezera ψ W/(m·K)		Dvojsklo s nízkou emisivitou, Trojsklo dvakrát pokovené s nízkou emisivitou. Vzduchová nebo plynová mezera ψ W/(m·K)	
	Rámeček ze zlepšenými tepelně izolačními vlastnostmi	Hliníkový rámeček, ocelový rámeček	Rámeček ze zlepšenými tepelně izolačními vlastnostmi	Hliníkový rámeček, ocelový rámeček
Dřevěný rám a plastový rám	0,05	0,06	0,06	0,08
Kovový rám s přerušeným tepelným mostem	0,06	0,08	0,08	0,11
Kovový rám bez přerušného tepelného mostu	0,01	0,02	0,04	0,05

5.1.4 POKLES DOTYKOVÉ TEPLoty

Stanovení poklesu teploty podlahy $\Delta\theta_{10,RQ}$ je prováděno v souladu s normou ČSN 73 0540-2 „Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody“. Tento pokles se vypočítá na základě tepelné kapacity podlahy B a vnitřní povrchové teploty podlahy θ_{si} . Podle normy ČSN 73 0540-2 „Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky“ se pro podlahy s podlahovým vytápěním stanovuje a ověřuje pokles teploty podlahy θ_{10} pro vnitřní povrchovou teplotu podlahy θ_{si} , která je stanovena bez vlivu vytápění při návrhové teplotě okolního prostředí odpovídající návrhové teplotě venkovního vzduchu na začátku nebo na konci topného období, tj. $\theta_e = 13\text{ °C}$. Pokles teploty podlahy se interpretuje jako množství odváděného tepla při kontaktu mírně chráněné lidské kůže s chladnějším povrchem stavební konstrukce, obvykle s podlahou. Toto ověření není nutné provádět u podlah s trvalým pokrytím z textilních podlahovin a u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než 26 °C .

Tab 5 Kategorie podlah z hlediska poklesu teploty podlahy

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,RQ}$ [°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. 6 Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty

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

U podlah s podlahovým vytápěním se ve vytápěcím období předpokládá zajištění povrchové teploty vyšší než 26 °C. Pokud však tato podmínka není ve vytápěcím období splněna, je možné změnit skladbu podlahy, nebo prodloužit vytápěcí období tak, aby tato podmínka byla splněna.

5.1.5 ZKONDENZOVANÁ VODNÍ PÁRA UVNITŘ KONSTRUKCE

Dle ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody, se oblast kondenzace uvnitř konstrukce stanovuje:

a) Přibližnou graficko-početní metodou

b) Přesněji výpočtem

Podle odstavce 6.1.1 normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, musí být ve stavební konstrukci zajištěno, aby nedocházelo ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce. V takovém případě musí být hodnota M_c rovna 0. Tento požadavek je nutné doložit výpočtem podle normy ČSN 73 0540-4. Podle odstavce 6.1.2 pro stavební konstrukci, u které není ohrožena požadovaná funkce na základě kondenzace vodní páry, je nutné omezení roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c [kg/m²a]. Musí být splněna následující podmínka:

$$M_c < M_{c,RQ}$$

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

$$M_c = 0,10 \text{ kg/m}^2\text{a}$$

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

Pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot:

$$M_{c,RQ} = 0,05 \text{ kg/m}^2\text{a}$$

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

5.1.6 ROČNÍ BILANCE KONDENZACE A VYPAŘOVÁNÍ VODNÍ PÁRY UVNITŘ KONSTRUKCE

Podle odstavce 6.2 normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, musí být v konstrukcích, kde je povolena omezená kondenzace vodní páry dle odstavce 6.1.2, zajištěno, že roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry bude taková, aby nezůstávalo žádné zkondenzované množství vodní páry, které by mohlo způsobit zvýšení vlhkosti a trvalé poškození konstrukce. To znamená, že roční množství zkondenzované vodní páry M_c [$\text{kg/m}^2\text{a}$] musí být menší než roční množství vodní páry, která se vypaří, M_{ev} [$\text{kg/m}^2\text{a}$].

Platí tedy vztah: $M_c < M_{ev}$

5.2 TECHNICKÉ ÚDAJE BUDOVY Z HLEDISKA OCHRANY TEPLA A ÚSPORY ENERGIE

5.2.1 GEOMETRIE BUDOVY

Geometrie budovy je uvedena v příloze P.01, Výpočet byl proveden v softwaru DEKSOFT.

5.2.2 CHARAKTERISTIKA POSUZOVANÝCH KONSTRUKCÍ

Všechny skladby posuzovaných konstrukcí jsou podrobně charakterizovány v příloze „Výpis skladeb“.

5.3 ÚDAJE O SPLNĚNÍ NORMATIVNÍCH POŽADAVKŮ

5.3.1 ŠÍŘENÍ TEPLA KONSTRUKCÍ A OBÁLKOU

5.3.1.1 Okrajové podmínky

Návrhová teplota vnějšího vzduchu v zimním období se stanoví v závislosti na teplotní oblasti a nadmořské výšce místa budovy h ze vztahu:

$$\theta_e = \theta_{e,100} + \Delta\theta_e$$

$$\Delta\theta_e = \Delta\theta_{e,0} \cdot \frac{\Delta h}{100}$$

Kde: h nadmořská výška budovy

$\Delta\theta_e$ základní teplotní gradient pro danou teplotní oblast

Tabulka 1 – Teplotní oblasti České republiky v zimním období, jejich průměrná nadmořská výška, základní návrhová teplota venkovního vzduchu a teplotní gradient

Teplotní oblast	Průměrná nadmořská výška v teplotní oblasti h_m m n.m.	Základní návrhová teplota venkovního vzduchu pro 100 m n.m. $\theta_{e,100}$ °C	Základní teplotní gradient nad 100 m n.m. $\Delta\theta_{e,0}$ K
1	240	- 12	- 0,5
2	320	- 14	- 0,3
3	540	- 16	- 0,2
4	820	- 18	- 0,2

Návrhová teplota vnitřního prostředí v zimní období prostoru staveb s významným rozdílem mezi průměrnou teplotou okolitých ploch a teplotou vnitřního vzduchu se stanoví na základě vztahu:

$$\theta_{ai,u} = \theta_{ai} + \Delta\theta_{ai}$$

Kde: θ_{ai} návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období

$\Delta\theta_{ai}$ přírážka na vyrovnání rozdílu mezi teplotou vnitřního vzduchu a průměrnou teplotou okolitých ploch v °C

Návrhové parametry vnitřního prostředí, teplotu v zimním období a vlhkost vnitřního vzduchu získáme z tabulky I.1 z normy ČSN 73 0540-3.

Návrhová vlhkost vnitřního vzduchu vnitřních prostor staveb $\phi_{i,u}$ v % se stanoví ze vztahu:

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

Kde φ_i je relativní vlhkost vnitřního vzduchu v %

$\Delta\varphi_i$ bezpečnostní vlhkostní přírážka v %; stanoví se z přílohy I.3

Relativní vlhkost vnitřního prostředí občanských a bytových staveb s požadovaným stavem vnitřního prostředí, kromě prostorů se zvláštními provozními požadavky, prostorů s vlhkým a mokřým prostředím, případně suchým prostředím se uvažuje s hodnotou $\varphi_i = 50\%$, pokud není stanovené jinak. Informativní hodnoty relativní vlhkosti jsou uvedené v příloze I.1 ČSN 73 0540-3.

5.3.1.2 Nejnižší povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

Veškeré níže zmíněné konstrukce objektu byly posouzeny dle ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky. Výsledky jsou uvedeny v tabulce níže. Výpočet byl proveden v programu DEKSOFT. Během výpočtu byly zanedbány vrstvy, které nemají na posudek významný vliv. Celý protokol je uveden v příloze P.01. Veškeré konstrukce vyhovují posudku.

Souhrnná tabulka - teplotní faktor vnitřního povrchu

Konstrukce		Teplotní faktor					
		ČSN 73 0540			ČSN EN ISO 13788		
Ozn.	Název	$f_{\text{Rel},N}$	f_{Rel}	Hod.	$f_{\text{Rel},RQ}$	f_{Rel}	Hod.
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
PDL(z)-1	skladba na terénu - 1NP	-	-	-	0,659	0,944	+
STR-2	strop mezi 1N a 2NP v místě průjezdu	-	-	-	0,538	0,960	+
STR-3	střecha	-	-	-	0,538	0,960	+
STN-4	obvodová stěna S,J	-	-	-	0,000	0,950	+
STN-5	obvodová stěna V,Z	-	-	-	0,000	0,941	+
Legenda: ! ... nevyhovuje požadované hodnotě + ... vyhovuje požadované hodnotě							

Obrázek 1 Výstřížek z protokolu E.1 – teplotní faktor

5.3.1.3 Součinitel prostupu tepla

Veškeré níže zmíněné konstrukce objektu byly posouzeny dle ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky. Výsledky jsou uvedeny v tabulce níže. Konstrukce jsou vyhovující. Výpočet byl proveden v programu DEKSOFT. Během výpočtu byly zanedbány vrstvy, které nemají na posudek významný vliv. Celý protokol je uveden v příloze P.01

Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	U_{RQ}	U_{REC}	U	Hod.
[-]	[-]	$[W/(m^2 K)]$	$[W/(m^2 K)]$	$[W/(m^2 K)]$	[-]
PDL(z)-1	skladba na terénu - 1NP	0,45	0,30	0,21	x
PDL-2	strop mezi 1N a 2NP v místě průjezdu	0,24	0,16	0,086	x
STR-3	střecha	0,24	0,16	0,15	x
STN-4	obvodová stěna S,J	0,30	0,25	0,20	x
STN-5	obvodová stěna V,Z	0,30	0,25	0,24	x
VYP-6	LOP veterina	1,30	1,20	0,56	x
VYP-7	S krajní okna 1500x2300	1,50	1,20	0,92	x
VYP-8	S okno 1250x750	1,50	1,20	0,88	x
VYP-9	S dveře do bytů	1,50	1,20	0,99	x
VYP-10	J okno 1500x2300	1,50	1,20	0,92	x
VYP-11	J okno 2000x2300	1,50	1,20	0,79	x
VYP-12	J okno 2250x2300	1,50	1,20	0,86	x
VYP-13	J okno 3000x2300	1,50	1,20	0,88	x
VYP-14	LOP obchod	1,30	1,20	0,56	x
Legenda: ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 U_{rec} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2					

Obrázek 2 Výstřížek z protokolu P.01 – součinitel prostupu tepla

Veškeré skladby vyhověly podle normy ČSN 73 0540-2 na doporučenou hodnotu. Návrh je tedy dostačující.

5.3.1.4 Pokles dotykové teploty podlahy

Veškeré níže zmíněné konstrukce objektu byly posouzeny dle ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky. Výsledky jsou uvedeny v tabulce níže. V případě nevyhovující konstrukce budou v určitých oblastech navrženy koberce. Výpočet byl proveden v programu DEKSOFT. Během výpočtu byly zanedbány vrstvy, které nemají na posudek významný vliv. Celý protokol je uveden v příloze P.01-

Souhrnná tabulka - pokles dotykové teploty

Konstrukce		Pokles dotykové teploty		
		ČSN 73 0540-2		
Ozn.	Název	B	$\Delta\theta_{10}$	Kat.
[-]	[-]	$[W.s^{0,5}/(m^2.K)]$	$[^{\circ}C]$	[-]
PDL(z)-1	skladba na terénu - 1NP	1 303,0	7,13	IV.
PDL-2	strop mezi 1N a 2NP v místě průjezdu	465,1	3,85	II.
STR-3	střecha	620,3	4,82	-

Obrázek 3 Výstřižek z protokolu P.01 pokles dotykové teploty

Podlaha na terénu je hodnocena jako studená. V prostorách se nachází pouze komerční prostory, kde se chodí ve venkovní obuvi. Nad průjezdem vyšly podlahy jako teplé, což je v bytových jednotkách ideální.

5.3.2 ŠÍŘENÍ VLHKOSTI KONSTRUKCÍ

Veškeré níže zmíněné konstrukce objektu byly posouzeny dle ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky. Výsledky jsou uvedeny v tabulce níže. Výpočet byl proveden v programu DEKSOFT. Během výpočtu byly zanedbány vrstvy, které nemají na posudek významný vliv. Celý protokol je uveden v příloze P.01.

Souhrnná tabulka - šíření vodní páry v konstrukci

Konstrukce		Šíření vodní páry							
		ČSN 73 0540				ČSN EN ISO 13788			
		M_c	$M_{c,RQ}$	Hod.	Bil.	M_c	$M_{c,RQ}$	Hod.	Bil.
[-]	[-]	$[kg/(m^2.a)]$	$[kg/(m^2.a)]$	[-]	[-]	$[kg/(m^2.a)]$	$[kg/(m^2.a)]$	[-]	[-]
PDL(z)-1	skladba na terénu - 1NP	-	-	-	-	0,0122	0,1000	+	+
PDL-2	strop mezi 1N a 2NP v místě průjezdu	-	-	-	-	0,0000	0,1000	+	+
STR-3	střecha	-	-	-	-	0,0000	0,1000	+	+
STN-4	obvodová stěna S,J	-	-	-	-	0,0000	0,1000	+	+
STN-5	obvodová stěna V,Z	-	-	-	-	0,0000	0,1000	+	+

Legenda:
! ... nevyhovuje požadované hodnotě / pasivní bilance kondenzace a vypařování
+ ... vyhovuje požadované hodnotě / aktivní bilance kondenzace a vypařování
Poznámka: V tabulce jsou uvedeny pouze základní posouzení. Některé další požadavky (např. vlhkost v místě zabudovaného dřeva) jsou hodnoceny v podrobném protokolu.

Obrázek 4 Výstřižek z protokolu P.01 Šíření vodní páry v konstrukci

5.3.3 TEPELNÁ STABILITA MÍSTNOSTÍ

Tepelná stabilita charakterizuje teplotní vlastnosti prostoru, který je tvořen stavebními konstrukcemi. Je ovlivněna materiály všech konstrukcí, tvořící obálku budovy.

Navrhovaný objekt a jeho obytné místnosti jsou navrženy tak, aby byly dostatečně prosluněné a osvětlené. V letních měsících je nutné chránit místnosti před přehříváním. Z toho důvodu jsou na objekt navrženy venkovní žaluzie ze severní strany objektu a okenice na lodžích na jižní straně objektu. V provozovně jsou navrženy ztmavující fólie. Další ochranu poskytují hmotné konstrukce, zejména obvodová stěna s kontaktním zateplovacím systémem ETICS, který chrání objekt před únikem tepla v zimním období a na před přehřívání v letním období.

Tepelná pohoda v zimním období je zajištěna podlahovým vytápěním. Objekt je navržen na teplotu 20 °C v obytných prostorech a 24 °C v koupelnách a na WC.

5.4 POŽADAVKY NA KOORDINACI SE STAVEBNÍ ČÁSTÍ A OSTATNÍ PROFESE

Žádné požadavky na koordinaci a ostatní profese nejsou definovány.

5.5 STAVEBNĚ ENERGETICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY

K jednoduchému prokázání stavebně energetických vlastností budov slouží splnění hodnot součinitelů prostupu tepla U u všech konstrukcí, u kterých dochází k tepelné ztrátě na systémové hranici budovy.

Pro hodnocení stavebně energetických vlastností budovy slouží průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} , který zahrnuje celkový prostup tepla na systémové hranici budovy nebo její vytápěné zóny. Toto hodnocení je základním předpokladem pro hodnocení energetické náročnosti budovy. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy nebo nevytápěné zóny musí splňovat:

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

$U_{em,N}$ je požadovaná normová hodnota průměrného součinitele prostupu tepla v $W/(m^2.K)$

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} se stanoví:

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

H_T měrná ztráta prostupem tepla [$W.K^{-1}$], stanovená pro budovu nebo její vytápěnou zónu

A teplo směrodatná plocha obálky budovy [m^2]

Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K] se stanoví ze vztahu:

$$H_T = \sum (A_j + U_j + b_j) + A \cdot \Delta U_{tbn}$$

Kde

A_j plocha j-té ochlazované konstrukce na systémové hranici budovy [m^2]

U_j součinitel prostupu tepla j-té konstrukce včetně vlivů tepelných mostů [$W/(m^2 K)$]

b_j činitel teplotní redukce j-té konstrukce [-]

ΔU_{tbn} průměrný vliv tepelných vazeb mezi ochlazovanými konstrukcemi na systémové hranici budovy [$W/(m^2 K)$]

Hodnocení energeticky nulových a pozitivních budov vychází z roční bilance energetických potřeb a energetické produkce v budově a jejím okolí, vyjádřené v hodnotách primární energie. Výpočet roční bilance se má přednostně provádět s časovým krokem nejvíce jedné hodiny. Jsou stanoveny dvě základní úrovně hodnocení. Úroveň A – do energetických potřeb budovy se zahrnuje potřeba tepla na vytápění, potřeba energie na chlazení, energie na přípravu teplé vody, pomocná energetická energie na provoz energeticky náročných systémů budovy, elektrická energie na osvětlení a spotřebiče. Úroveň B – jako A, ale bez zahrnutí elektrické energie na elektrické spotřebiče.

Tab 7 Základní požadavky na energeticky nulové budovy

Závaznost kritéria		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [$W/(m^2 K)$]	Měrná potřeba tepla na vytápění EA [$kWh/(m^2 a)$]	Měrná roční bilance spotřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů $PEA^{1)}$ [$kWh/(m^2 a)$]	
				Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy	Nulový	Rodinné domy $\leq 0,25$	Rodinné domy ≤ 20	0	0
	Blízký nulovému	Bytové domy $\leq 0,35$	Bytové domy ≤ 15	≤ 80	≤ 30
Neobytné budovy ²⁾	Nulový	$\leq 0,35^{1)}$	≤ 30	0	0
	Blízký nulovému			≤ 120	≤ 90

¹⁾ Uvedená hodnota je doporučená, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě podle právního předpisu

²⁾ Neobytné budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C včetně. Pro jiné budovy není stanoveno.

Tab 8 Přehled energetických potřeb zahrnutých do hodnocení primární energie energeticky nulové budovy

	Obytné budovy		Neobytné budovy	
	Úroveň A	Úroveň B	Úroveň A	Úroveň B
Vytápění	X	X	X	X
Chlazení a úprava vlhkosti vzduchu	— ¹⁾	— ¹⁾	X	X
Příprava teplé vody	X	X	X	X
Pomocná elektrická energie na provoz energetických systémů budovy	X	X	X	X
Umělé osvětlení	X	X	X ²⁾	X ²⁾
Elektrické spotřebiče	X	—	X	—
¹⁾ Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče. ²⁾ Záměrně odlišně od hodnocení pasivních neobytných budov.				

5.6 VYHODNOCENÍ ŘEŠENÉHO OBJEKTU Z HLEDISKA ÚSPORY ENERGIE A OCHRANY TEPLA

Výpočty byly provedeny v programu DEKSOFT Tepelná technika 1D a excel. Kompletní výpočty jsou uvedeny v příloze P.01 a P.04.

5.6.1 VÝSLEDKY VÝPOČTŮ Z TEPELNÉ TECHNIKY 1D

Posouzení bylo provedeno na konstrukcích obálky budovy, konkrétně na konstrukcích ve styku s exteriérem a se zeminou.

Všechny posuzované konstrukce obálky budovy (obvodová plášť, střecha, podlahy) a všechny výplně vyhovují doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla. Dosažení doporučené hodnoty U_{REC} znamená splnění přísnějších požadavků, než jsou povinné normové hodnoty.

Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	U_{RQ}	U_{REC}	U	Hod.
[-]	[-]	$[W/(m^2 K)]$	$[W/(m^2 K)]$	$[W/(m^2 K)]$	[-]
PDL(z)-1	skladba na terénu - 1NP	0,45	0,30	0,21	x
PDL-2	strop mezi 1N a 2NP v místě průjezdu	0,24	0,16	0,086	x
STR-3	střecha	0,24	0,16	0,15	x
STN-4	obvodová stěna S,J	0,30	0,25	0,20	x
STN-5	obvodová stěna V,Z	0,30	0,25	0,24	x
VYP-6	LOP veterina	1,30	1,20	0,56	x
VYP-7	S krajní okna 1500x2300	1,50	1,20	0,92	x
VYP-8	S okno 1250x750	1,50	1,20	0,88	x
VYP-9	S dveře do bytů	1,50	1,20	0,99	x
VYP-10	J okno 1500x2300	1,50	1,20	0,92	x
VYP-11	J okno 2000x2300	1,50	1,20	0,79	x
VYP-12	J okno 2250x2300	1,50	1,20	0,86	x
VYP-13	J okno 3000x2300	1,50	1,20	0,88	x
VYP-14	LOP obchod	1,30	1,20	0,56	x
<p>Legenda:</p> <p>! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2</p> <p>+ ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2</p> <p>x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2</p> <p>U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla</p> <p>U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2</p> <p>U_{REC} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2</p>					

Obrázek 5 Souhrnná tabulka součinitel prostupu tepla

5.7 VÝSLEDEK ENERGETICKÉHO HODNOCENÍ BUDOVY

Výpočet energetického štítku obálky budovy EŠOB byl pro účel diplomové práce proveden obálkovou metodou pomocí softwaru Excel. Obálka budovy splňuje požadovanou normovou hodnotu pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Jednotlivé výpočty a hodnoty jsou uvedeny v samostatné příloze E.4. Vyhodnocení klasifikační třídy bylo provedené na základě vyhlášky č. 264/2020 Sb.

Identifikační údaje

Druh stavby	Rezidenční bydlení s komerčními prostory
Adresa (město, ulice, PSČ)	Heřmanův Městec, Čáslavská
Katastrální území, katastrální číslo	k.ú Heřmanův Městec [638731]
Provozovatel, příp. budoucí provozovatel
Vypracoval	Bc. Kateřina Raimundová
Adresa
Telefon / e-mail
<u>Charakteristika budovy</u>	
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3586,86 m³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohničující objem budovy	1507,36 m²
Objemový faktor A/V	0,42
Převažující vnitřní teplota ve otopném období θ_{im}	20 °C
Vnější navrhovaná teplota v zimním období θ_e	- 15 °C

Obrázek 6 Výstřižek 1 z protokolu E.4

Celkem	1507,36	x	x	855,33	1507,36	x	ΣHT	382,29
Tepelné vazby		0,02	z celk. Plochy	30,15	$\Delta U_{tmb} =$	0,02	$HT \psi, \chi =$	30,15
celková měrná ztráta prostupem tepla		x	x	885,48	x	x	$HT =$	412,44

$$HT \psi, \chi = A \cdot \Delta U_{tmb}$$

Průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em,rc}=\Sigma(Uni \cdot Ai \cdot bi)/(Ai+0,02)$		Požadova ná hodnota:	0,56	Dosažená hodnota:	0,25
			Uem,rq		Uem	
Vyhodnocení	Uem < Uem,rq	0,25<0,56	vyhovuje požadované hodnotě			
Klasifikační třída obálky budovy	Uem/Uem,rq		0,45			
	Klasifikace podle vyhlášky 264/2020 sb.		Uem,rq=	0,7xEr		
			Uem,rq=	0,39		
			Uem < Uem,rq		0,25<0,39	
	Klasifikační třída		A			
		Mimořádně úsporná				

Obrázek 7 Výstřižek 2 z protokolu E.4

Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy se na základě vyhlášky 264/2020 zatřísují do tříd určených horní hranicí kazatelů energetické náročnosti podle tabulky v příloze č. 2 této vyhlášky.

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

Obrázek 8 klasifikační třídy – příloha č. 2 k vyhlášce č. 264/2020 Sb.

Hodnocená budova spadá podle hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} do klasifikační třídy A – mimořádně hospodárná

5.7.1 ENERGETICKÁ KONCEPCE OBJEKTU PODLE ČSN 73 0540-2

Navrhovaný objekt je řešen jako budova s téměř nulovou spotřebou energie ve smyslu požadavků normy ČSN 73 0540-2:2011 „Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky“, v platném znění.

Předpokládá se, že na základě dosažených hodnot potřeby primární energie a průměrného součinitele prostupu tepla bude objekt splňovat kritéria pro kategorii budov s téměř nulovou potřebou energie (NZEB).

ZDROJ TEPLA

Teplo bude zjišťovat tepelné čerpadlo zem-voda. Jako bivalentní zdroj je navržen elektrický kotel.

VYTÁPĚNÍ

Vytápění bude zajištěno podlahovým vytápěním v celém objektu.

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY (TUV)

Ohřev teplé vody je zabezpečen pomocí tepelného čerpadla (případně elektrický kotel – bivalentní zdroj).

VĚTRÁNÍ

V celý objekt bude větrán decentrálními rekuperačními jednotky.

FOTOVOLTAIKA

Na střeše objektu je navržena fotovoltaická elektrárna, které bude pokrývat část elektrické energie pro osvětlení a technologické zařízení budovy. Panely budou orientované na jih.

Takto navržený energetický koncept uvažuje s vysokou mírou efektivity technických systémů za pomoci využití obnovitelných zdrojů a optimalizací spotřeby energie. Na základě těchto předpokladů se objekt považuje za budovu s téměř nulovou potřebou energie ve smyslu ČSN 73 0540-2 a souvisejících předpisů.

6. POSOUZENÍ Z HLEDISKA AKUSTIKY A VIBRACÍ

6.1 NORMATIVNÍ POŽADAVKY

Normativní požadavky vycházejí z nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, z vyhlášky 146/2024 Sb. o požadavcích na výstavbu vzpp.

- Stavba musí být navržena a provedena tak, aby byly splněny hygienické limity hluku a vibrací stanovené jinými právními předpisy.
- Zabudované technické zařízení a jeho rozvody působící hluk a vibrace musí být v budově s obytnými místnostmi a ve stavbě pro sociální služby navrženo a provedeno tak, aby byl omezen přenos hluku a vibrací do stavební konstrukce, zejména do chráněného vnitřního prostoru stavby. Obytná místnost se navrhuje a provádí tak, aby byla zajištěna její ochrana před hlukem.
- Vnitřní konstrukce budov a obvodový plášť včetně výplní otvorů se navrhuje a provádí tak, aby splnily požadavky na parametry zvukové izolace chránící vnitřní prostory budov před hlukem a vibracemi.

6.2 URBANISTICKÁ AKUSTIKA

- § 11 Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb:
 - Základními ukazateli hluku jsou ekvivalentní hladina akustického tlaku ($L_{Aeq,T}$) a maximální hladina akustického tlaku (L_{Amax}), které se stanovují pro denní a noční dobu v závislosti na charakteru zdroje hluku, jako je doprava, dráhy a letecký provoz.
 - Hygienický limit pro ekvivalentní hladinu akustického tlaku se stanovuje na 40 dB s korekcemi podle typu prostoru a denního času. Pro hluk s tónovými složkami se přidává korekce -5 dB.
 - Specifický limit pro hluk z leteckého provozu je stanoven na 40 dB pro denní dobu a 30 dB pro noční dobu.

- Hygienický limit pro maximální hladinu tlaku se stanovuje na 40 dB s korekcemi podle typu prostoru a denního času. Pro hluk s tónovými složkami se přidává korekce -5 dB.
 - Limit pro hluk ze stavební činnosti se stanovuje přičtením korekce +15 dB k základnímu limitu podle denní doby.
 - Pro zvuk elektronicky zesilované hudby se stanovuje limit 100 dB po dobu 4 hodin pro posluchače v prostoru.
- § 12 Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru
- Pro zvuk elektronicky zesilované Pro běžný hluk se používá ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$, která se stanovuje pro denní a noční dobu, s odlišnými metodami měření v závislosti na charakteru hluku, jako je doprava se stanovuje limit 100 dB po dobu 4 hodin pro posluchače v prostoru.
 - Pro vysokoenergetický impulsní hluk se používá ekvivalentní hladina akustického tlaku $C_{L_{Ceq,T}}$, která se rovněž stanovuje pro denní a noční dobu.
 - Hygienický limit pro běžný hluk se stanovuje na základě ekvivalentní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ s korekcemi podle typu prostoru a denního času. Pro vysokoenergetický impulsní hluk se přidává další korekce.
 - Specifický limit pro vysokoenergetický impulsní hluk se stanovuje na 83 dB pro denní dobu a 40 dB pro noční dobu.
 - Limit pro hluk z leteckého provozu se stanovuje s ohledem na charakteristický letový den.
 - Limit pro hluk ze stavební činnosti se stanovuje přičtením dalších korekcí k základnímu limitu podle typu prostoru a denní doby.

Tabulka 1 Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 272/2011 Sb.; část A – korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru.

Tab 9 Korekce dle chráněného prostoru

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

6.3 AKUSTIKA STAVBENÍCH KONSTRUKCÍ

Nároky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách jsou specifikovány v tabulce č. 9 v normě ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.

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
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 (výměňikové stanice, kotelny, strojovny výtahů, strojovny VZT, prádelny apod.) s hlukem: $L_{A,max} \leq 80$ dB 80 dB $< L_{A,max} \leq 85$ dB	$\geq 57^*$	$\leq 48^*$	$\geq 57^*$	–
		$\geq 62^*$	$\leq 48^*$	$\geq 62^*$	–
7	Provozovny s hlukem $L_{A,max} \leq 85$ dB: s provozem nejvýše do 22:00 h s provozem i po 22:00 h	$\geq 57^*$	$\leq 50^*$	$\geq 57^*$	–
		$\geq 62^*$	$\leq 45^*$	$\geq 62^*$	–
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	$\geq 67^*$	$\leq 43^*$	$\geq 67^*$	–
		$\geq 72^e$	$\leq 38^*$	$\geq 72^e$	–

^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 předsíně (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 konstrukcemi (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.

6.4 PROSTOROVÁ AKUSTIKA

Hustota zvukové energie v libovolném bodě uzavřeného prostoru je výsledkem kombinace energie vyslané zdrojem zvuku a interakce s pohltivými vlastnostmi jednotlivých konstrukcí v prostoru. Tento jev je v souladu se zákonem zachování energie, který říká, že součet energie v prostoru a energie absorbované povrchy musí být roven energii vysílané zdrojem.

Schopnost plochy absorbovat dopadající zvukovou energii je charakterizována činitelem zvukové pohltivosti α . Tato veličina vyjadřuje poměr mezi intenzitou zvuku absorbovanou povrchem a intenzitou zvuku dopadajícího na tento povrch. Číselník zvukové pohltivosti se měří na škále od 0 do 1, kde 0 představuje teoretickou hodnotu, kdy by veškerý zvuk byl odražen, a 1 znamená, že veškerý zvuk je absorbován (jako například u otevřeného okna). Hodnota α je závislá na úhlu dopadu zvuku a jeho frekvenci.

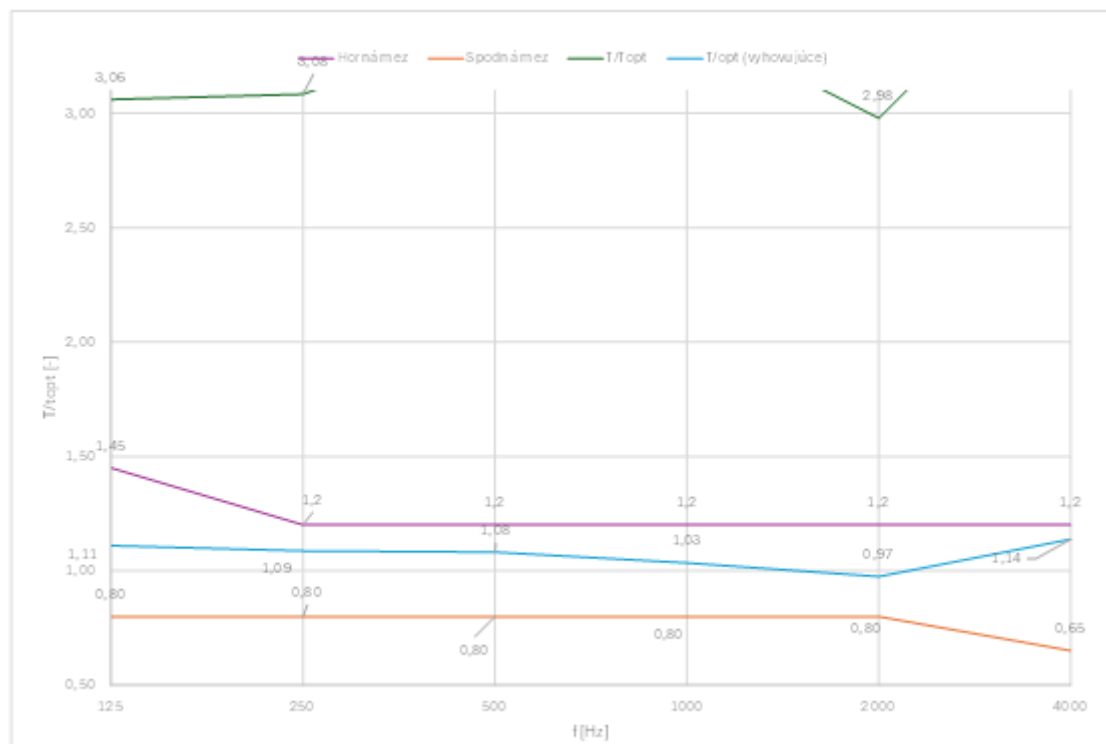
Zvuková pohltivost není jen charakteristická pro povrchy ohraničující konstrukce, ale také pro předměty umístěné v prostoru, jako je nábytek, zařízení a lidé.

Celková pohltivost, která zahrnuje nejen plochy konstrukcí, ale i objekty v prostoru, je klíčovým parametrem pro určení doby dozvuku T . Tato doba dozvuku představuje časový úsek, během kterého se hladina akustického tlaku v uzavřeném prostoru sníží o 60 dB po vypnutí zdroje zvuku. Je to jeden z nejdůležitějších parametrů sledovaných v prostorové akustice, který má zásadní vliv na akustické vlastnosti prostoru a jeho akustickou komfortnost.

Pro účely diplomové práce byla posuzována místnost čekárny pro veterinární ordinaci. Posouzení proběhlo pomocí předběžného výpočtu v excelu a namodelování konkrétní místnosti s uvažovanými materiály v softwaru odeon. V místnosti jsou navrženy akustické obklady na stěnách o celkové ploše 24 m² a akustické SDK podhledy. Podrobný protokol viz protokol P.03.

Prostor	Čekárna						V [m ³]	61,53
Povrchová úprava	Plocha [m ²]	α [-]	Frekvence [Hz]					
		A [m2]	125	250	500	1000	2000	4000
Stěny								
Omítky	39,15	α [-]	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
		A [m2]	0,39	0,39	0,78	0,78	0,78	0,78
Akustický obklad	24	α [-]	0,150	0,450	0,900	0,850	0,700	0,600
		A [m2]	3,08	9,23	18,46	17,43	14,36	85,00
Okenní výplně	13,8	α [-]	0,3	0,2	0,15	0,1	0,06	0,04
		A [m2]	4,14	2,76	2,07	1,38	0,83	0,55
Dveře	3,99	α [-]	0,3	0,25	0,1	0,08	0,05	0,04
		A [m2]	1,20	1,00	0,40	0,32	0,20	0,16
Strop								
Hladký SDK kazetový podhled - 0%	0	α [-]	0,15	0,15	0,1	0,1	0,15	0,05
		A [m2]	3,08	3,08	2,05	2,05	3,08	1,03
Kazeta Gyptone Sixto 60 Activ' Air - 100%	20,51	α [-]	0,675	0,700	0,750	0,800	0,800	0,750
		A [m2]	13,84	14,36	15,38	16,41	16,41	15,38
Podlaha								
Keramická dlažba	20,51	α [-]	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
		A [m2]	0,205	0,205	0,205	0,41	0,41	0,41
Ostatné								
Obsazení osobami	počet osob	A _{1 osoba}	0,15	0,3	0,4	0,45	0,55	0,55
	10	A _{10 osob}	1,5	3	4	4,5	5,5	5,5
ΣS,ΣA	101,45	[m2] ; [m2]	24,35	24,79	24,89	25,85	27,21	23,81
α _{av}		[-]	0,25	0,25	0,25	0,26	0,28	0,24
T=0,163 * V/(-S*ln(1-α _{av}))		[s]	0,35	0,34	0,34	0,32	0,30	0,35
T _{opt} =0,342 log V - 0,3		[s]	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
T / T _{opt}		[-]	1,11	1,09	1,08	1,03	0,97	1,14
Horní mez		[-]	1,45	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Spodní mez		[-]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65

Obrázek 9 předběžný výpočet – excel



Obrázek 10 grafický výstup z excelu

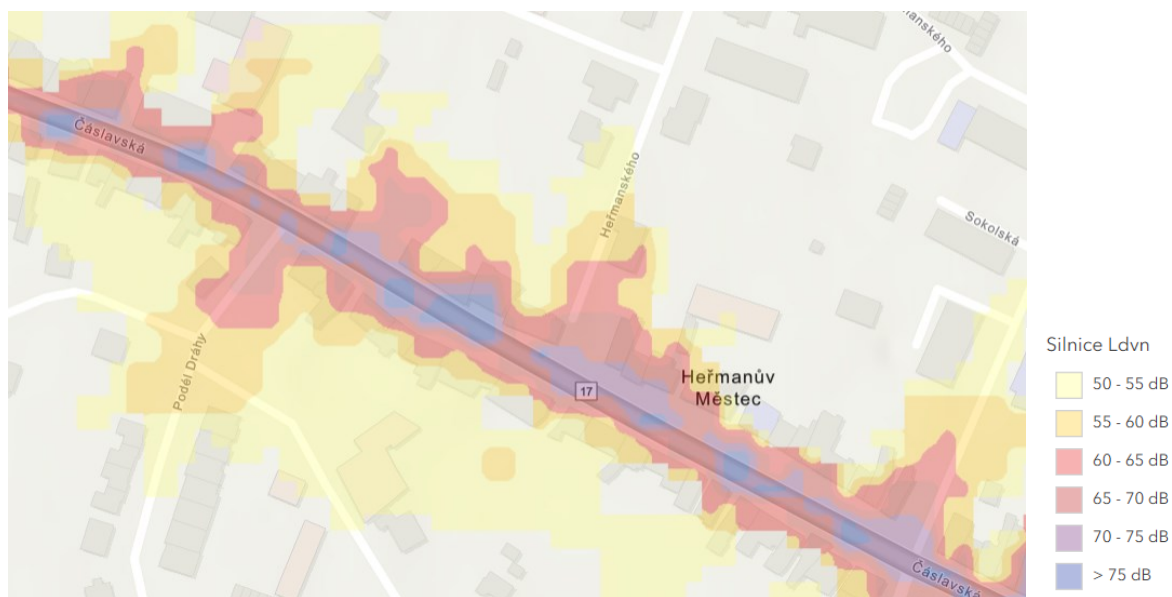
6.5 TECHNICKÉ ÚDAJE OBJEKTU Z HLEDISKA AKUSTIKY A VIBRACÍ

Nosný systém tvoří prefabrikované sloupy s rozměrem 400x400 mm. Výplňové zdivo jsou z tvárnic Porotherm 25 tl. 250 mm. Severní a jižní strana objektu je zateplena minerální vatou tl. 200 mm, na západní a východní straně je zateplení tl. 100 mm. Vnitřní mezibytové zdivo je z tvárnic Porotherm AKU 25 Z P15. Příčky jsou z Porotherm 11,5 AKU P15. Střecha i stropy jsou navrženy z prefabrikovaných dílců spirall tl. 250 mm.

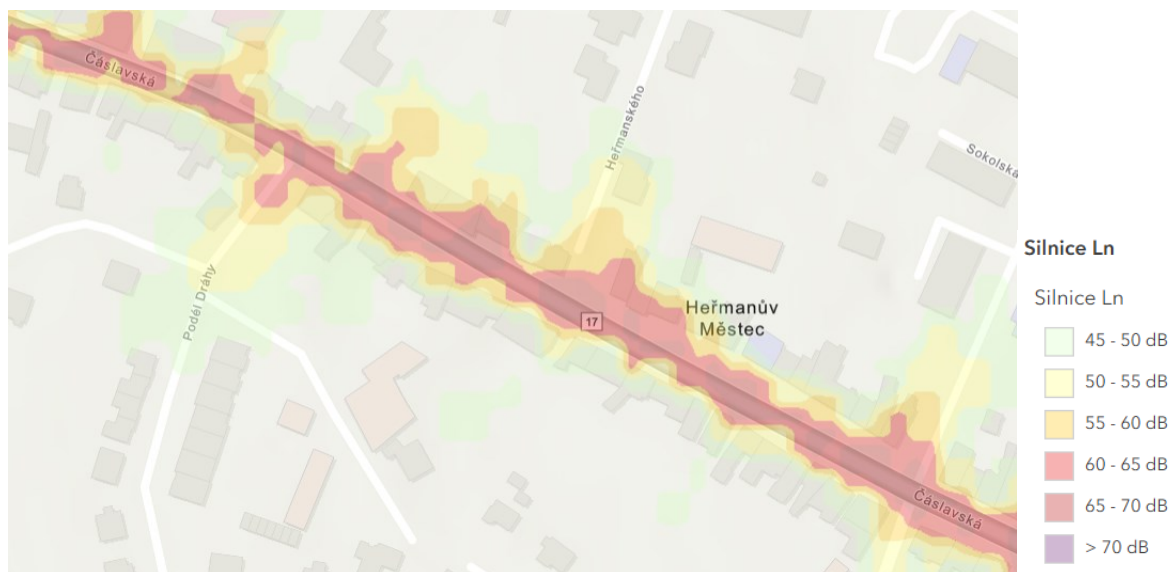
6.6 DÍLČÍ VYHODNOCENÍ

6.6.1 POSOUZENÍ CHRÁNĚNÉHO VENKOVNÍHO PROSTORU

Zdrojem hluku pro navrhovaný objekt je místní komunikace I. třídy postavená před rokem 2000 s povrchem Ac. Na zvoleném území byla vyhotovena hluková mapa, která vykazuje, že hluk v denní době dosahuje hodnot 70-75 dB a přes noc 60 – 65 dB. Objekt nebude větraný přirozeně, je zde navržena rekuperace a uzavíratelné lodžie.



Den



Noc

- Legislativní požadavky pro liniový zdroj (silnice)
 - Limit den: 60 dB
 - Limit noc: 50 dB
- Posouzení hodnot pro liniový zdroj
 - Den: 65 dB \geq 60 dB $\times \rightarrow$ nucené větrání
 - Noc: 60 dB \geq 50 dB $\times \rightarrow$ nucené větrání

Podle hlukové studie se objekt nachází v zóně s hladinou akustického tlaku přes den 65-70 dB a přes noc 60-65 dB. Z toho důvodu bylo navrženo v celém objektu nucené větrání pomocí rekuperace. Ve dvoře je navrženo parkoviště pro rezidenty. Nepředpokládá se zvýšená hladina hluku. Parkoviště se nenachází v blízkosti obytných místností. Nenachází se tu žádný stacionární zdroj, který by produkoval hluk. Z toho důvodu nebyl proveden žádný podrobnější výpočet.

6.6.2 POSOUZENÍ Z HLEDISKA VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI

Posouzení bylo provedeno podle normy ČSN 0532: Akustika-Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky:2020. Tyto požadavky byly splněny. Výpočet viz následující tabulky.

Tab 10 Neprůzvučnost – vinylová podlaha mezi byty

Tab 11 Neprůzvučnost – keramická podlaha mezi byty

Tab 12 Neprůzvučnost – vinylová podlaha nad garáží

NEPRŮZVUČNOST STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ														
OZN	NÁZEV	Č.	VŠECHNY VRSTVY KCE	tl. vrstvy [m]	ρ [kg*m ⁻³]	m' [kg*m ⁻²]	L _{n,w}	L' _{n,w}	R _w	R' _w	s'	f ₀	PODMINKY	
							ΔL _{n,w}	[dB]	ΔR _w	[dB]	MN*m ⁻³	[Hz]	L _{n,w} < L _{n,w,N}	R' _w > R _{w,N}
STROP+PODLAHA							k [-]	2	k [-]	3			48	57
VYNYLOVÁ PODLAHA NAD GARÁŽÍ	1						81	52	62	15	60	NEPOSUZUJE SE	VÝHODUJE	
	2	VINYLOVÁ PODLAHA	0,008	-	7,88									
	3	KROČEJOVÁ IZOLACE	0,005	-										
	4	CEMENTOVÝ POTĚR + POTRUBÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ	0,060	2000	120	31	13							
	5	TEPELNÁ IZOLACE EPS	0,050	-										
	6	KROČEJOVÁ IZOLACE EPS	0,030	12	0,36									
	7	SPIROLL	0,250	2500	625									
	8	IZOLACE Z KAMENNÉ VLNY SE SILIKÁTOVÝM NÁSTRÍKEM	0,1000	-										
					Σ =		128							

Tab 13 Neprůzvučnost – Keramická podlaha nad garáží

OZN	NÁZEV	Č.	VŠECHNY VRSTVY KCE	t _L , vrstvy [m]	p [kg·m ⁻³]	m' [kg·m ⁻²]	L _{v,w} ΔL _{v,w}	L' _{v,w} [dB]	R _w ΔR _w	R' _w [dB]	s' MN·m ⁻³	f ₀ [Hz]	PODMÍNKY	
STROP+PODLAHA							k [-]	2	k [-]	3			48	57
KERAMICKÁ PODLAHA NAD GARÁŽÍ	1						81	52	52	62	15	60	NEPOSUZUJE SE	VÝHOVUJE
	2	KERAMICKÁ DLAŽBA	0,010	-	7,88									
	3	FLEXIBILNÍ CEMENTOVÉ LEPIDLO NA DLAŽBU	0,005	-	-									
	4	CEMENTOVÝ POTĚR+POTRUBÍ PODLAHOVÉHO TOPENÍ	0,060	2000	120									
	5	PAROTĚSNICÍ FÓLIE	0,001	-	-									
	6	TEPELNÁ IZOLACE EPS	0,050	-	-									
	7	KROČEJOVÁ IZOLACE EPS	0,050	12	0,60	31	13							
	8	SPIROLL	0,250	2500	625									
	9	IZOLACE Z KAMENNÉ VLNY SE SILIKÁTOVÝM NÁSTRÍKEM	0,100	-										
					Σ =	128								

Tab 14 Neprůzvučnost – Keramická podlaha mezi bytem a provozovnou

NEPRŮZVUČNOST STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ														
OZN	NÁZEV	Č.	VŠECHNY VRSTVY KCE	tl. vrstvy [m]	ρ [kg·m ⁻³]	m' [kg·m ⁻²]	$L_{n,w}$	$L'_{n,w}$	$R_{w,w}$	$R'_{w,w}$	s' MN·m ⁻³	f_0 [Hz]	PODMÍNKY	
							$\Delta L_{n,w}$	[dB]	$\Delta R_{w,w}$	[dB]			$L_{n,w} < L'_{n,w,N}$	$R'_{w,w} > R_{w,w,N}$
STROP+PODLAHA							k [-]	2	k [-]	3			58	52
KERAMICKÁ PODLAHA MEZI BYTEM A PROVOZOVNOU							81	52	60	15	70	VHODUJE	VHODUJE	
	1	KERAMICKÁ DLAŽBA	0,010	-	7,88									
	2	FLEXIBILNÍ CEMENTOVÉ LEPIDLO NA DLAŽBU	0,005	-	-									
	2	CEMENTOVÝ POTĚR	0,040	2000	80									
		5	TEPELNÁ IZOLACE EPS	0,050	-	-	31	11						
		6	KROČEJOVÁ IZOLACE EPS	0,030	12	0,36								
		7	ŽB C25/30	0,250	2500	625								
		8	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	0,220	-									
					$\Sigma =$	88								

Tab 15 Neprůzvučnost – Vinylová podlaha nad průjezdem

NEPRŮZVUČNOST STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ														
OZN	NÁZEV	Č.	VŠECHNY VRSTVY KCE	tl. vrstvy [m]	ρ [kg·m ⁻³]	m' [kg·m ⁻²]	L _{n,w} ΔL _{n,w}	L' _{n,w} [dB]	R _w ΔR _w	R' _w [dB]	s' MN·m ⁻³	f ₀ [Hz]	PODMÍNKY	
STROP+PODLAHA							k [-]	2	k [-]	3			48	57
VINYLOVÁ PODLAHA NAD PRŮJEZDEM	1						81		52	62	15	60	NEPOSUZUJE SE	VÝHODUJE
	2	VINYLOVÁ PODLAHA	0,008	-	7,88									
	3	KROČEJOVÁ IZOLACE	0,005	-										
	4	CEMENTOVÝ POTER + POTROBI PODLAHOVÉHO USTÁLENÍ	0,060	2000	120									
	5	TEPELNÁ IZOLACE EPS	0,050	-		31		13						
	6	KROČEJOVÁ IZOLACE EPS	0,030	12	0,36									
	7	SPIROLL	0,250	2500	625									
	8	IZOLACE Z KAMENNÉ VLNY SE FUNKČNÍM NÁSTRUKEM	0,1000	-										
					Σ =	128								

Tab 16 Neprůzvučnost – Keramická podlaha nad průjezdem

OZN	NÁZEV	Č.	VŠECHNY VRSTVY KCE	tl. vrstvy [m]	ρ [kg·m ⁻³]	m' [kg·m ⁻²]	$L_{n,w}$ $\Delta L_{n,w}$	$L'_{n,w}$ [dB]	R_w ΔR_w	R'_w [dB]	s' MN·m ⁻³	f_0 [Hz]	PODMÍNKY			
STROP+PODLAHA							k [-]	2	k [-]	3			$L_{n,w} < L'_{n,w,N}$	$R'_w > R'_{w,N}$		
KERAMICKÁ PODLAHA NAD PRŮJEZDEM	1						81	52	52	62	15	60	NEPOSUZUJE SE	VÝHODUJE		
	2	KERAMICKÁ DLAŽBA		0,010	-	7,88										
	3	FLEXIBILNÍ CEMENTOVÉ LEPIDLO NA DLAŽBU		0,005	-	-										
	4	CEMENTOVÝ POTĚR+POTRUBÍ PODLAHOVÉHO TOPENÍ		0,060	2000	120	31	13								
	5	PAROTĚSNÍCÍ FÓLIE		0,001	-	-										
	6	TEPELNÁ IZOLACE EPS		0,050	-	-										
	7	KROČEJOVÁ IZOLACE EPS		0,030	12	0,36										
	8	SPIROLL		0,250	2500	625										
	9	IZOLACE Z KAMENNÉ VLNY SE SILIKÁTOVÝM NÁSTRÍKEM		0,100	-	-										
							$\Sigma = 128$									

Stěny mezi byty jsou navrženy z akustického zdivo Porotherm AKU tzn. Podmínka je splněna.

6.6.3 POSOUZENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ

Posouzení zvukové izolace obvodového pláště bylo provedeno pro chráněné místnosti – obytné místnosti. Byl zvolen výpočet pro zjištění vlastnosti výplní v obvodovém plášti. Hluk na silnic I. Třídy před objektem vykazuje hodnot 600-65 dB v noci. Po porovnání s tabulkou budou výplně (okenní otvory, vstupy na lodžii) splňovat R_w 48 dB.

Tab 17 CHRÁNĚNÉ MÍSTNOSTI - OBVODOVÝ PLÁŠŤ

CHRÁNĚNÉ MÍSTNOSTI							
	2.A.06 LOŽNICE	2.A.04 OBÝVACÍ POKOJ	2.B.03 PBÝVACÍ POKOJ	2.C.04 LOŽNICE	2.C.03 OBÝVACÍ POKOJ	2.D.04 OBÝVACÍ POKOJ	2.D.06 LOŽNICE
celk plocha fasády v místnosti	10,0326	24,61	19,5615	9,545	16,077	25,185	9,821
OKNA	3,45	9,775	6,9	3,45	6,9	9,775	3,45
	3,45 0	4,6 5,175	6,9 0	3,45 0	6,9 0	4,6 5,175	3,45 0
FASÁDA	6,5826	14,835	12,6615	6,095	9,177	15,41	6,371
	6,5826	14,835	12,6615	6,095	9,177	15,41	6,371
POMĚR	0,524109	0,65891473	0,544959	0,566038	0,75188	0,634328	0,541516
	Rws	52 dB	požadovaná hodnota pláště v noci R_w'				48 dB
	Rwo	47 dB					
po	0,343879	0,39719626	0,352734	0,361446	0,429185	0,388128	0,351288
ps	0,656121	0,60280374	0,647266	0,638554	0,570815	0,611872	0,648712
po+ps=1	1	1	1	1	1	1	1

Rw celková neprůzvučnost stěny (okna+plná)	2,173896							minimální požadovaná hodnota neprůzvučnosti plné stěny
$R_{ws} = -10 \log(1/(1-p_o)) * (10 \exp($	3,210832	3,58574335	3,266745	3,324012	3,864539	3,514908	3,257462	minimální požadovaná hodnota neprůzvučnosti okna
$R_{w\sigma} \geq R_w' + 2 + 10 \log p_o$	-2,63594	-2,0099485	-2,52553	-2,41957	-1,67356	-2,11025	-2,54337	
ZAOKROUHLENO	-3	-2	-3	-2	-2	-2	-3	

Tab. 18 Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách $R'_{w,A}$ nebo $D_{nT,w,A}$, v dB							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického A tlaku v denní době 06:00 h – 22:00 h ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{A,eq,2m^D}$, v dB						
	do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 70	od 71 do 75	od 76 do 80
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48 ^c
Pokoje v hotelech a penzionech	30	30	30	30	33	38	43 ^c
Nemocniční pokoje	30	30	30	33	38	43	48 ^c
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického A tlaku v noční době 22:00 h – 06:00 h ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{A,eq,2m^D}$, v dB						
	do 40	od 41 do 45	od 46 do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 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 ^c
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{A,eq,2m^D}$, v dB						
	do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 70	od 71 do 75	od 76 do 80
Lékařské vyšetřovny, ordinace, operační sály	30	30	33	38	43	48	53 ^c
Přednáškové síně, učebny, pobytové místnosti škol, jeslí, MŠ	30	30	30	30	33	38	43 ^c
Společenské a jednací místnosti, kanceláře a pracovní	30	30	30	30	33	38	43 ^c

^a Jednočíselné vážené veličiny podle ČSN EN ISO 717-1, stanovené z veličin v třetinooktávnových pásmech definovaných v ČSN EN ISO 16283-3.

^b Ekvivalentní hladina akustického tlaku A určená 2 m před obvodovým a střešním pláštěm včetně odrazu zvuku od fasády, zaokrouhlená na celé číslo³⁾ a s přihlédnutím k 10.4.1 ČSN EN ISO 16283-3 a příloze B5 ČSN ISO 1996-2. Požadavky se vztahují na celý obvodový a střešní plášť i s výplněmi otvorů u chráněných místností.

^c Vysoké hodnoty požadavků jsou obtížně dosažitelné a v nové výstavbě by se již uvedené hlukové situace neměly vyskytovat.

7. POSOUZENÍ Z HLEDISKA DENNÍHO OSVĚTLENÍ A PROSLUNĚNÍ

7.1 NORMATIVNÍ POŽADAVKY

- Vnitřní prostor stavby musí být navržen a proveden tak, aby bylo zajištěno jeho denní osvětlení podle účelu užívání stavby. Požadavky na denní osvětlení pobytových místností staveb pro výchovu a vzdělávání stanoví jiný právní předpis.
- Ve stavbě ve stavební proluce se navržené stínění porovnává se stíněním, které by vyvolala stavba, jejíž parametry by odpovídaly úplné souvislé zástavbě stejné výškové úrovně jako okolní zástavba a případně dalším kritériím s ohledem na stavební čáru.
- Při výpočtu denního a sdruženého osvětlení, proslunění a stínění se posuzuje stínění podle současného stavu okolí a podle změn v území, zejména podle podmínek rozhodnutí nebo jiných opatření vydaných podle stavebního zákona nebo jiných právních předpisů nebo podle regulačního plánu nebo územního plánu s prvky regulačního plánu, jsou-li pro dané území vydány.

7.1.1 Z HLEDISKA PROSLUNĚNÍ

Podle vyhlášky 146/2024 Sb. není nutno posuzovat.

7.1.2 Z HLEDISKA DENNÍHO OSVĚTLENÍ

Úroveň denního osvětlení v obytných budovách je posuzována dle ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky:2007 a ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení obytných budov+Z1:2019.

- Doporučuje se využívat denní osvětlení v maximální míře, úroveň se stanoví poměrnou veličinou, činitelem denního osvětlení D (%). Průměrná hodnota Č.D.O. v místnostech je min 2 %
- Musí být splněny průměrné hodnoty denní osvětlenosti v obytných místnostech ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, ne však dále než 3 m od okna, ve vzdálenosti 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn dosahu hodnota Č.D.O. min 0,7 % a průměrná hodnota min 0,9 %, pokud jsou okna ve dvou sousedních stěnách, je nutno splnit požadavek aspoň na jednu dvojici kontrolovaných bodů.

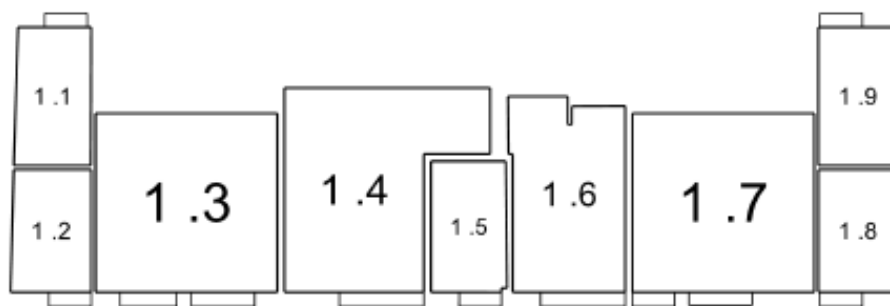
7.2 TECHNICKÉ ÚDAJE Z HLEDISKA OSVĚTLENÍ A PROSLUNĚNÍ

Město: Heřmanův Městec

Kraj: Pardubický

Minimální výška slunce: 13,00 °
Datum výpočtu proslunění: 1.3. 2025
Úhel k severu: 340,00 °
Meridiánová konvekce: 6,85 °
Zeměpisná šířka: 49,95
Zeměpisná délka: 15,66

Půdorys typického podlaží – obytné místnosti:



1.1: 2.A.05 Ložnice | 1.2: 2.A.06 Ložnice | 1.3: 2.A.04 Obývací pokoj + kk | 1.4: 2.B.03 Obývací pokoj + kk |
1.5: 2.C.04 Ložnice | 1.6: 2.C.03 Obývací pokoj + kk | 1.7: 2.D.04 Obývací pokoj + kk | 1.8: 2.D.06 Ložnice |
1.9: 2.D.05 ložnice

Obrázek 11 Půdorys typického podlaží

Objekt se nachází západně od centra města Heřmanův Městec u komunikace I. Třídy v proluce.
Obytné místnosti mají návaznost na lodžie a jsou orientovány na jih. Posouzeny byly všechny byty i
komerční prostory.

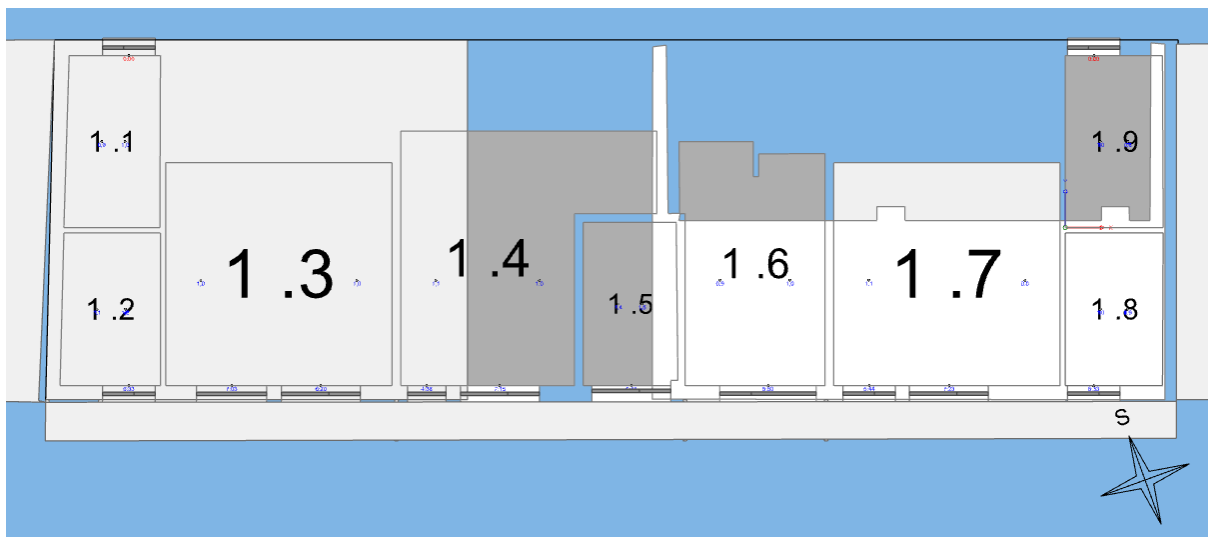
7.3 VYHODNOCENÍ

Tab 19 Posouzení Č.D.O. a proslunění

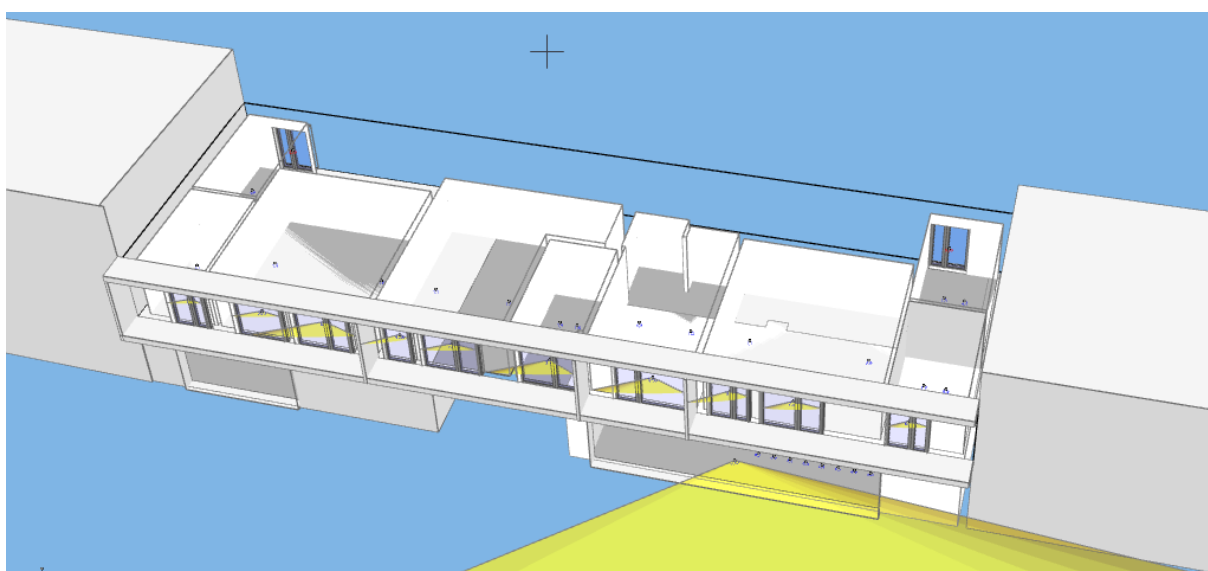
Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Požadovaná hodnota	Proslunění
Budova						
dw soused - Činitel denní osvětlenosti Wdls	32,6 / 32,0 %	38,7 %	43,0 %	0,76		
1.1 - Ordinace						
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		5,4 %	0,27	(2,0) 83 / 50 %	
1.1 - Obchod						
Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		6,4 %	0,76	(2,0) 100 / 50 %	
Proslunění						6:17 / 1:30
1.1 - 2.A.05 Ložnice						
ČDO. - Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	1,0 %	0,91		
Proslunění						0:00 / 1:30
1.2 - 2.A.06 Ložnice						
Činitel denní osvětlenosti	1,1 / 0,7 %	1,1 / 0,9 %	1,2 %	0,89		
Proslunění						6:33 / 1:30
1.3 - 2.A.04 Obývací pokoj + kk						
Činitel denní osvětlenosti	1,0 / 0,7 %	1,0 / 0,9 %	1,0 %	0,99		
Proslunění						7:03 / 1:30
1.4 - 2.B.03 Obývací pokoj + kk						
Činitel denní osvětlenosti	1,0 / 0,7 %	1,0 / 0,9 %	1,1 %	0,88		
Proslunění						7:15 / 1:30
1.5 - 2.C.04 Ložnice						
Činitel denní osvětlenosti	1,4 / 0,7 %	1,4 / 0,9 %	1,5 %	0,97		
Proslunění						5:41 / 1:30
1.6 - 2.C.03 Obývací pokoj + kk						
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	1,0 / 0,9 %	1,0 %	0,87		
Proslunění						5:50 / 1:30
1.7 - 2.D.04 Obývací pokoj + kk						
Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	1,1 %	0,69		
Proslunění						7:23 / 1:30
1.8 - 2.D. 06 Ložnice						
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	1,0 %	0,85		
Proslunění						6:33 / 1:30
1.9 - 2.D.05 ložnice						
Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	1,0 %	0,88		
Proslunění						0:00 / 1:30

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



Obrázek 12 Půdorys 2NP – building design



Obrázek 13 Model – building design

Posouzení bylo vyhodnoceno pro kritické podlaží pro bytové jednotky a pro oblast stálého pracovního místa provozoven dle ČSN 73 4301. Požadavky jsou splněny. Součástí PD je podrobný protokol, který je uveden jako příloha P.02 s podrobným výpočtem. Podmínky jsou splněny.

7.4 IDENTIFIKACE ZPRACOVATELE

Zpracovatel:

Bc. Kateřina Raimundová

Datum:

19.10. 2025

.....

Podpis

7.5 PŘÍLOHY

- | | |
|------|---|
| P.01 | Protokol tepelně technického posouzení |
| P.02 | Protokol pro výpočet oslunění a osvětlení |
| P.03 | Protokol na prostorovou akustiku – Odeon |
| P.04 | Protokol pro výpočet Uem |