



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

NOVOSTAVBA BYTOVÉHO DOMU, VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ

NEW BUILD RESIDENTIAL BUILDING, VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ

E. 1 Posouzení objektu z hlediska stavební fyziky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Blažek Milan

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Benešová Romana

BRNO 2019

Obsah

Obsah	2
1. Identifikační údaje budovy	3
1.1. Název stavby	3
1.2. Místo stavby	3
1.3. Předmět projektové dokumentace	3
1.4. Popis stavby	3
1.5. Konstrukční řešení	4
2 Účel posouzení	4
3 Podklady pro zpracování	4
4 Použité právní předpisy a normy	5
5 Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla	6
5.1 Normativní požadavky	6
5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla.....	13
5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou:	14
5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí.....	17
5.3.3 Tepelná stabilita místnosti	18
5.4 Výpočet potřeb energie v objektu.....	18
6 Posouzení z hlediska akustiky a vibrací	20
7 Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění	29
8 Identifikace zpracovatele	35
9 Přílohy	36

1. Identifikační údaje budovy

1.1. Název stavby

Novostavba bytového domu

1.2. Místo stavby

Lokalita: Valašské Meziříčí

Katastrální území: Valašské Meziříčí město (776360)

Parcelní čísla pozemků: 251/19, 251/21, 1790/1, 1790/2, 1847, 248/3, 251/8

1.3. Předmět projektové dokumentace

Předmětem projektové dokumentace je dokumentace pro provedení stavby novostavby bytového domu ve Valašském Meziříčí.

1.4. Popis stavby

Novostavba bytového domu se nachází v severní části města Valašského Meziříčí, objekt je určen pro bydlení s možností vlastního parkování přímo v budově. Stavba je šestipodlažní s výtahem, obsahuje 10 bytů s možností výstupu na terasu. 1.NP zaujímá veřejné parkoviště o osmi parkovacích stání a dvě samostatné garáže s možností parkování dvou aut. Každému bytu od 2.NP až 4.NP náleží jedno parkovací stání. 2.NP a 3.NP tvoří tři bytové jednotky (2x 2+kk, 1x 3+kk), 4. NP tvoří dvě bytové jednotky (2x 3+kk). 5.NP tvoří dva mezonetové byty (1x 5+kk, 1x 4+kk) s možností parkování na dvou parkovacích stání v samostatných garážích.

1.5. Konstrukční řešení

Kostru budovy tvoří železobetonový prefabrikovaný skelet, který stojí na monolitických patkách spojených železobetonovým prahem. Opláštění je provedeno z keramických tvárnic Porotherm 44 Profi. Stropy tvoří prefabrikované dutinové stropní dílce Spiroll tl. 200mm, překlady jsou keramobetonové nebo železobetonové dle rozpětí. Zastřešení je tvořeno formou dvouplášťové odvětrávané střechy, s nosnými dřevěnými pozednicemi a krokviemi, s povrchovou úpravou z asfaltového pásu s břídlíčným posypem. Zastřešení nad terasami je řešeno jako jednoplášťová střecha.

2 Účel posouzení

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

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

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

3 Podklady pro zpracování

Pro zpracování posouzení objektu z hlediska stavební fyziky byly provedeny tyto podklady:

- studie bakalářského projektu včetně textových částí,
- pracovní verze projektu ve fázi provádění stavby,
- situace širších vztahů, koordinační situace,
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality,
- okrajové podmínky vnitřního a vnějšího prostředí.

4 Použité právní předpisy a normy

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

- [16] ČSN 73 0580-1:2007 + Z1:2011 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky.
- [17] ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov.
- [18] ČSN 73 0580-3:1994 + Z1:1996 + Z2:1999 Denní osvětlení budov – část 3: Denní osvětlení škol.
- [19] ČSN 73 0580-3:1994 + Z1:1996 + Z2:1999 Denní osvětlení budov – část 4: Denní osvětlení průmyslových budov.
- [20] ČSN 73 0581:2009 Oslunění budov a venk. prostor – Metoda stanovení hodnot.

5 Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.1 Normativní požadavky

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60 \%$ vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} , bezrozměrný, podle vztahu:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} \quad (-)$$

f_{Rsi} vypočtená hodnota teplotního faktoru.

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

$f_{Rsi,cr}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu.

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$, bezrozměrný, při kterém by vnitřní vzduch s návrhovou relativní vlhkostí φ_i dosáhl u vnitřního povrchu kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\varphi_{si,cr}$, se stanoví při $\varphi_i \leq 60 \%$ takto:

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 21 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_i / \varphi_{si,cr})}$$

θ_{ai} návrhová teplota ($^{\circ}\text{C}$) vnitřního vzduchu stanovená pro ucelenou část dle užívání stanovena normou ČSN 73 0540-3.

θ_e návrhová teplota ($^{\circ}\text{C}$) vnějšího vzduchu stanovená jako teplota venkovního vzduchu přilehlá k vnějšímu líci budovy dle ČSN 73 0540-3.

φ_i návrhová vlhkost vnitřního vzduchu (%) dle ČSN 73 0540-3.

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost (%) dle ČSN 73 0540-3.

Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla vyjadřuje, kolik tepla unikne konstrukcí o ploše 1 m^2 při rozdílu teplot jejích povrchů 1 K.

Vlastnost hodnotí vliv celé konstrukce a k ní přilehlých vzduchových vrstev na šíření tepla prostupem. Je odvozena z tepelného odporu konstrukce R ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$), odpor jednotlivých složek v konstrukci je dán součinitelem tepelné vodivosti daného materiálu λ ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) a tloušťkou vrstvy d (m). Vzájemný vztah součinitele prostupu tepla U ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$) a tepelného odporu konstrukce R ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) je dán vztahem:

$$U_r(U) = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_r}$$

R_{si} Odpor prostupu tepla na vnitřní straně konstrukce ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)

R_{se} Odpor prostupu tepla na vnější straně konstrukce ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)

R Odpor konstrukce ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)

ČSN 73 0540-2 (2011) – ukázka požadavků na konstrukce

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $[W/(m^2 \cdot K)]$		
	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), 6)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20

Pro konstrukce s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60 \%$ musí platit podmínka:

$$U \leq U_N (W/m^2 \cdot K)$$

U Vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla

U_N požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}

Pro výpočet je třeba znát součinitel prostupu tepla $U (W/m^2 \cdot K)$ všech obalových konstrukcí včetně oken a dveří, plochu obalových konstrukcí $A_j (m^2)$ a součet všech ploch těchto konstrukcí $A = \sum A_j (m^2)$. Hodnota $U_{em,N}$ je spočítána dle referenční budovy s převažující vnitřní návrhovou teplotou v intervalu od 18°C do 22°C včetně a srovnávána s naší budovou, kde musí platit vztah:

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

U_{em} Průměrný součinitel prostupu tepla zadaného objektu $(W/m^2 \cdot K)$

$U_{em,N}$ Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $(W/m^2 \cdot K)$

$$U_{em} = H_{Tl}/A$$

H_{Tl} Měrná ztráta prostupem tepla (W/K) podle ČSN EN ISO 13789 ,
stanovená ze součinitelů prostupu tepla všech obalovaných konstrukcí.

A Součet všech ploch konstrukcí

Výsledné zařazení do energetické náročnosti budovy (A až G) se stanoví dle
normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,rq} = U_{em,N}$

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

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

Pokles dotykové teploty podlahy

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

Podlahy se zařadí z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ dle:

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

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

Podle účelu budovy a místností jsou stanoveny požadované a doporučené kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty:

Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty

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

Pro zařazení do odpovídajících kategorií musí být však splněna podmínka poklesu dotykové teploty podlahy θ_{10} , ve $^{\circ}\text{C}$:

$$\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N} (^{\circ}\text{C})$$

$\Delta\theta_{10,N}$ požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy ($^{\circ}\text{C}$) dle tabulky

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

θ_{10} výpočtová hodnota poklesu dotykové teploty podlahy ($^{\circ}\text{C}$)

Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

U konstrukcí, kde by mohla vodní pára ohrozit funkčnost konstrukce, musí být splněna podmínka $M_c = 0 \text{ Kg/m}^2$, zde nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce.

U konstrukcí, kde kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce neohroží její požadovanou funkci, se omezuje množství zkondenzované vodní páry konstrukce tak, aby byla splněna podmínka:

$$M_c \leq M_{c,N} \text{ (Kg/m}^2\text{) kde:}$$

M_c vypočtená hodnota ročního množství kondenzátu v konstrukci.

$M_{c,N}$ požadovaná maximální hodnota množství kondenzátu v konstrukci.

U jednoplášťových střech a obvodových konstrukcí s vysokým difúzním odporem materiálu na straně exteriéru je $M_{c,N} = 0,10 \text{ Kg/m}^2$ za rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu, je-li objemová hmotnost materiálu vyšší než 100 Kg/m^3 . Pokud je objemová hmotnost nižší než 100 Kg/m^3 , uvažuje se 6% jeho plošné hmotnosti.

Pro ostatní konstrukce je nižší z hodnot $M_{c,N} = 0,50 \text{ Kg/m}^2$ za rok, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li objemová hmotnost tohoto materiálu vyšší než 100 Kg/m^3 . Pokud je objemová hmotnost nižší než 100 Kg/m^3 , uvažuje se 10% jeho plošné hmotnosti.

Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

V konstrukci, kde bylo zjištěno množství zkondenzované látky musí platit podmínka:

$$M_c \leq M_{ev} \text{ (Kg/m}^2 \text{ za rok)}$$

Množství zkondenzované vodní páry za celý rok musí být menší než množství vodní páry uvnitř konstrukce vypařitelné za jeden rok.

U konstrukcí s větranou vzduchovou vrstvou se hodnotí souvrství od vnitřního povrchu k větrané vzduchové vrstvě. U těchto konstrukcí se požaduje ověřit průběh relativní vlhkosti, který musí být podél celé vrstvy $< 90\%$

Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

Průvzdušnost obálky:

- a) Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její ucelené části se ověřuje pomocí celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} při tlakovém rozdílu 50 Pa.

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

n_{50} naměřeno na stavbě

$n_{50,N}$ doporučená hodnota

Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [h ⁻¹]	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní domy)	0,6	0,4

- b) Součinitel spárové průvzdušnosti i_{LV} ($m^3/(s^{-1}m^{-1}Pa^{0,67})$) u výplní otvorů musí splňovat podmínku:

$$i_{LV} \leq i_{LV,N} (m^3/(s^{-1}m^{-1}Pa^{0,67}))$$

i_{LV} Součinitel spárové průvzdušnosti navržených oken.

$i_{LV,N}$ maximální součinitel spárové průvzdušnosti pro nucené větrání.

5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla

Geometrické charakteristiky budovy

Celkový objem budovy	$V = 8125,32 \text{ m}^3$
Celková plocha obálky – plocha ochlazovaných konstrukcí	$A = 2465,94 \text{ m}^2$
Podlahová plocha všech podlaží řešené budovy	$A_c = 1919,25 \text{ m}^2$
Objemový faktor tvaru budovy	$A/V = 0,304 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Charakteristika posuzovaných konstrukcí

- a) *Posuzované konstrukce:* viz. příloha E. 2 – Výpočty pro posouzení, 1. posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla, 1. 1. Posouzení stavební konstrukce z hlediska šíření tepla a vodní páry.
- b) *Výplně otvorů:* viz. příloha E. 2 – Výpočty pro posouzení, 1. posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla, 1. 2. Výpočet součinitele prostupu tepla přes okna a dveře.

5.3 Údaje o splnění normativních požadavků

5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou:

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

Posouzení teplotního faktoru vnitřního povrchu

Popis konstrukce	f_{Rsi}	$f_{Rsi,N}$	Posouzení
	(-)	(-)	
S11 - Obvodová stěna	0,962	0,762	Vyhovuje
S22 - Obvodová stěna, soklová část	0,96	0,736	Vyhovuje
Obvodová stěna v místě sloupu	0,941	0,762	Vyhovuje
S2 - Podlaha na terénu	0,899	-0,029	Vyhovuje
S3 - podlaha 2.NP	0,951	0,762	Vyhovuje
S8 - Terasa	0,943	0,762	Vyhovuje
S9 - Dvouplášťová střecha	0,966	0,762	Vyhovuje

Posouzení teplotního faktoru vnitřního povrchu v koutě

Popis konstrukce	f_{Rsi}	$f_{Rsi,N}$	Posouzení
	(-)	(-)	
Styk keramického zdiva a ŽB sloupu	0,848	0,762	Vyhovuje
Styk zdiva na stropě	0,957	0,762	Vyhovuje
Styk 1. pláště dvouplášťové střechy na ŽB průvlak	0,926	0,762	Vyhovuje
Styk jednopláštěvé střechy (terasa) na ŽB průvlak	0,934	-	Vyhovuje

Konstrukce vyhoví normovým požadavkům teplotního faktoru dle ČSN 73 0540 (2011) + Z1 (2015)

Součinitel prostupu tepla

Posouzení součinitele prostupu tepla konstrukcí

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukcí (W/m ² K)				Posouzení
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní domy	Vypočtená hodnota	
	U _{N,20} (W/m ² K)	U _{rec,20} (W/m ² K)	U _{pas,20} (W/m ² K)	ΔU+U (W/m ² K)	
S11 - Obvodová stěna	0,3	0,25	0,18 až 0,12	0,154	Vyhovuje
S22 - Obvodová stěna, soklová část	0,3	0,25	0,18 až 0,12	0,165	Vyhovuje
Obvodová stěna v místě sloupu	0,3	0,25	0,18 až 0,12	0,244	Vyhovuje
S2 - Podlaha na terénu	0,45	0,3	0,22 až 0,15	0,419	Vyhovuje
S3 - podlaha 2.NP	0,24	0,16	0,15 až 0,10	0,197	Vyhovuje
S8 - Terasa	0,24	0,16	0,15 až 0,10	0,234	Vyhovuje
S9 - Dvoupříšt'ová střecha	0,24	0,16	0,15 až 0,10	0,14	Vyhovuje

Posouzení součinitele prostupu tepla oken a dveří

C: Okna nebo dveře plastové Salamander streamline 76, R: Hliníkové dveře Vekra	Součinitel prostupu tepla konstrukcí (W/m ² K)				Posouzení
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní domy	Vypočtená hodnota	
	U _{N,20} (W/m ² K)	U _{rec,20} (W/m ² K)	U _{pas,20} (W/m ² K)	U _w (W/m ² K)	
C1 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,26	Vyhovuje
C2 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,22	Vyhovuje
C3 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,33	Vyhovuje
C4 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,21	Vyhovuje
C5 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,18	Vyhovuje
C6 (bal. dveře)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,24	Vyhovuje
C7 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,21	Vyhovuje
C8 (bal. dveře)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,24	Vyhovuje

C9 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,17	Vyhovuje
C10 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,19	Vyhovuje
C11 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,23	Vyhovuje
C12 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,17	Vyhovuje
C13 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,25	Vyhovuje
C14 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,19	Vyhovuje
C15 (okno)	1,5	1,2	0,8 až 0,6	1,19	Vyhovuje
R1 (vstupní dveře)	1,7	1,2	0,9	1,49	Vyhovuje
R2 (dveře z garáže)	1,7	1,2	0,9	0,97	Vyhovuje

Konstrukce vyhoví normovým požadavkům požadované i doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 (2011)+ Z1 (2015)

Pokles dotykové teploty podlahy

Posouzení poklesu dotykové teploty

Konstrukce	Účel místnosti	Pokles dotykové teploty podlahy		Posouzení
		Požadované hodnoty $\Delta\theta_{10,N}$ (°C)	Vypočtené hodnoty $\Delta\theta_{10}$ (°C)	
Podlaha vytápěného prostoru přilehlá k zemině-keramická dlažba	Veřejné prostory 1.NP	do 5,5 pro II. teplé podlahy	4,32	Vyhovuje
Podlaha vytápěného prostoru 2.NP - keramická dlažba	Koupelny a WC	do 5,5 pro II. teplé podlahy	4,47	Vyhovuje
Podlaha vytápěného prostoru 2.NP - laminátová dlažba	Obytné místnosti a chodby bytů	do 3,8 pro I. velmi teplé podlahy	1,34	Vyhovuje

5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí

Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Posouzení roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry

Konstrukce	Kondenzace vodní páry v konstrukci (kg/m ² za rok)			Posouzení
	Požadované hodnoty M _{c,N}	Množství zkondenzované vodní páry M _{c,a}	Množství vypařitelné vodní páry M _{ev,a}	
S11 - Obvodová stěna	0,1	0,0509	4,1565	1) Funkčnost konstrukce nebude ohrožena
				2) Roční množství kondenzátu je nižší než roční kapacita odparu
				3) Roční množství kondenzátu M _{c,a} je nižší než 0,1 kg/m ² .rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).
S22 - Obvodová stěna, soklová část	0,1	0,0225	0,5559	1) Funkčnost konstrukce nebude ohrožena
				2) Roční množství kondenzátu je nižší než roční kapacita odparu
				3) Roční množství kondenzátu M _{c,a} je nižší než 0,1 kg/m ² .rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).
Obvodová stěna v místě sloupu	0,1	0,0036	4,3641	1) Funkčnost konstrukce nebude ohrožena
				2) Roční množství kondenzátu je nižší než roční kapacita odparu
				3) Roční množství kondenzátu M _{c,a} je nižší než 0,1 kg/m ² .rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).
S2 - Podlaha na terénu	0,1	-	-	V konstrukci nedochází ke kondenzaci
S3 - podlaha 2.NP	0,1	-	-	V konstrukci nedochází ke kondenzaci
S8 - Terasa	0,1	0,0162	0,012	1) Funkčnost konstrukce nebude ohrožena
				2) Roční množství kondenzátu je nižší než roční kapacita odparu

				3) Roční množství kondenzátu M_c , a je nižší než 0,1 kg/m ² .rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).
S9 - Dvouplášťová střecha	0,1	-	-	V konstrukci nedochází ke kondenzaci, jsou navrženy přivětrávací a odvětrávací otvory viz. výpočet přivětrávací a odvětrávací otvory.

Všechny konstrukce vyhovují z hlediska šíření vlhkosti v konstrukci dle ČSN 73 0540-2 (2011) + Z1 (2015)

5.3.3 Tepelná stabilita místnosti

V rámci bakalářské práce není řešena tepelná stabilita místnosti v letním ani zimním období

5.4 Výpočet potřeb energie v objektu

Celková měrná tepelná ztráta prostupem budovy a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova				Hodnocená budova			
	A (m²)	Un (W.m⁻².K⁻¹)	b (-)	HT (W.K⁻¹)	A (m²)	U (W.m⁻².K⁻¹)	b (-)	HT (W.K⁻¹)
S11 - Obvodová stěna	1485,28	0,300	1,000	445,584	1485,280	0,154	1,000	228,733
S22 - Soklová část	11,96	0,300	1,000	3,588	11,960	0,165	1,000	1,973
S3 - Strop 1.NP	387,27	0,240	1,000	92,945	387,270	0,197	1,000	76,292
S2 - Podlaha na zemině	80,92	0,450	0,340	12,381	80,920	0,419	0,340	11,528
S9 - Střecha	326,95	0,240	1,000	78,468	326,950	0,140	1,000	45,773
S8 - Terasa	108,36	0,240	1,000	26,006	108,360	0,234	1,000	25,356

C1 (okno)	1,050	1,500	1,000	1,575	1,050	1,260	1,000	1,323	
C2 (okno)	2,250	1,500	1,000	3,375	2,250	1,220	1,000	2,745	
C3 (okno)	3,000	1,500	1,000	4,500	3,000	1,230	1,000	3,690	
C4 (okno)	4,130	1,500	1,000	6,195	4,130	1,210	1,000	4,997	
C5 (okno)	5,570	1,500	1,000	8,355	5,570	1,180	1,000	6,573	
C6 (bal. dveře)	3,040	1,500	1,000	4,560	3,040	1,240	1,000	3,770	
C7 (okno)	6,380	1,500	1,000	9,570	6,380	1,210	1,000	7,720	
C8 (bal. dveře)	1,620	1,500	1,000	2,430	1,620	1,240	1,000	2,009	
C9 (okno)	3,950	1,500	1,000	5,925	3,950	1,170	1,000	4,622	
C10 (okno)	3,040	1,500	1,000	4,560	3,040	1,190	1,000	3,618	
C11 (okno)	2,750	1,500	1,000	4,125	2,750	1,230	1,000	3,383	
C12 (okno)	8,510	1,500	1,000	12,765	8,510	1,170	1,000	9,957	
C13 (okno)	4,000	1,500	1,000	6,000	4,000	1,250	1,000	5,000	
C14 (okno)	2,430	1,500	1,000	3,645	2,430	1,190	1,000	2,892	
C15 (okno)	6,380	1,500	1,000	9,570	6,380	1,190	1,000	7,592	
R1 (vstupní dveře)	5,280	1,700	1,000	8,976	5,280	1,490	1,000	7,867	
R2 (dveře z garáže)	1,820	1,700	1,000	3,094	1,820	0,970	1,000	1,765	
celkem	2465,940	-	-	758,192	2465,940	-	-	469,177	
	Σ Ax 0,020		-	49,319	Σ Ax 0,020		-	49,319	
			HT =	807,511				HT=	518,496
			Uem,N,20 (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,327				Uem (W.m ⁻² .K ⁻¹)	0,210

Budova je dle výše uvedených výpočtů zařazena do kategorie B –
úsporná. (ČSN 73 0540-2)

6 Posouzení z hlediska akustiky a vibrací

6.1 Normativní požadavky

Urbanistická akustika

Zkoumá akustické jevy ve venkovním prostoru z hlediska ochrany míst, které je nutné chránit dle nařízení vlády 272/2011 Sb. ve znění pozdějších předpisů nařízení vlády 217/2016 Sb. před hlukem. Hlavním cílem je vytvořit požadovaný akustický stav.

Hygienické limity v chráněných venkovních prostorech staveb a chráněném venkovním prostoru

Hodnoty hluku se stanoví ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ a odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$).

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}} = 50$ dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru v denní a noční době. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, drahách a z leteckého provozu, se přičte další korekce - 5 dB.

Limitní hodnoty hluku v chráněném venkovním prostoru

Doba	Chráněný prostor	Hygienický limit hluku [dB]			
		1	2	3	4
Denní i noční	Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	50	50	55	65
	Chráněný ostatní venkovní prostor	50	55	60	70

1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakové práce, zejména rozřazování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů. Pro hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakové práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.

2) Použije se pro hluk z dopravy na dráhách, není-li dále uvedeno jinak, na silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a účelových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 Zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

3) Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy. Použije se pro hluk z dopravy na tramvajových a trolejbusových drahách vedených po silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy.

4) Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.

Limitní hodnoty hluku v chráněném venkovním prostoru staveb

Doba	Chráněný prostor	Hygienický limit hluku [dB]			
		1	2	3	4
Denní	Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lání	45	50	55	65
	Chráněný venkovní prostor ostatních staveb	50	55	60	70
Noční, železniční doprava	Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lání	40	45	50	60
	Chráněný venkovní prostor ostatních staveb	45	50	55	65
Noční, ostatní	Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lání	35	40	45	55
	Chráněný venkovní prostor ostatních staveb	40	45	50	60

1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakové práce, zejména rozřadování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů. Pro hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakové práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.

2) Použije se pro hluk z dopravy na dráhách, není-li dále uvedeno jinak, na silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a účelových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

3) Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy. Použije se pro hluk z dopravy na tramvajových a trolejbusových drahách vedených po silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy.

4) Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.

Hodnoty hluku působeného dopravou na pozemních komunikacích a drahách pro rozhodnutí použití další korekce +5 dB

Pozemní komunikace a dráhy	Doba dne	$L_{Aeq,T}$ [dB]
Dálnice, silnice I. a II. tř., místní komunikace I. a II. tř. a tramvajové a trolejbusové dráhy vedené po silnicích I. a II. tř. a místních komunikacích I. a II. tř.	Denní	65
	Noční	55
Silnice III. tř, komunikace III. tř., účelové komunikace a tramvajové a trolejbusové dráhy vedené po silnicích III. tř. a místních komunikacích III. tř.	Denní	60
	Noční	50
Železniční, speciální a tramvajové dráhy v ochranném pásmu dráhy	Denní	65
	Noční	60
Železniční dráhy mimo ochranné pásmo dráhy	Denní	60
	Noční	55

Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb

Hodnoty hluku se stanoví ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ a maximální hladinou akustického tlaku $A L_{Amax}$.

Ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$).

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku $A L_{Aeq,T} = 40$ dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době.

Limitní hodnoty hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

Chráněný prostor	Doba pobytu	1	2	3
Nemocniční pokoje	6.00-22.00	40	35	–
	22.00-6.00	25	20	–
	7.00-21.00*	–	–	55
Lékařské vyšetřovny, ordinace	po dobu používání	35	30	–
	7.00-21.00*	–	–	50
Obytné místnosti	6.00-22.00	40	35	–
	22.00-6.00	30	25	–
	7.00-21.00*	–	–	55
Přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí a staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání	po dobu používání	45	40	–
	7.00-21.00*	–	–	60

1) Platí pro hluk bez tónových složek a hluk bez informačního charakteru pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu. Dále platí pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu, s výjimkou hluku ze stavební činnosti, se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podložím.

2) Platí pro hluk s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, a hluk s výrazně informačním charakterem.

3) Platí pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu, platí pouze v pracovních dnech v uvedeném časovém rozmezí (*).

Akustika stavebních konstrukcí

Normové požadavky na akustiku stavebních konstrukcí, (zvukovou izolaci konstrukce), řeší ČSN 730532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – požadavky

Konstrukce se posuzuje na dva typy neprůzvučností, kročejová a vzduchová. Kročejová je přenášena vytvořením vibrací, např. od chůze. Vzduchová neprůzvučnost je přenášena vzduchem přes konstrukci

Pro kročejovou neprůzvučnost musí platit podmínka:

$$L'_{n,w} < L'_{n,w,pož} [dB]$$

Pro vzduchovou neprůzvučnost musí platit podmínka:

$$R'_{w} > R'_{w,pož} [dB]$$

Porovnávací hodnoty $L'_{n,w}$ a R'_w můžeme zjistit výpočtem, ale většina materiálů mají tyto hodnoty laboratorně změřeny a zapsány v technických listech daných výrobci.

Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi, které vyžadují akustickou pohodu v místnosti, v budovách

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci ¹⁾			
		Stropy		Stěny	Dveře
		R'w, DnT,w dB	L'n,w, L'nT,w dB	R'w, DnT,w dB	Rw dB
A. Bytové domy, rodinné domy – nejméně jedna obytná místnost bytu					
1	Všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu	47	63	42	27
B. Bytové domy – obytné místnosti bytu					
2	Všechny místnosti druhých bytů, včetně příslušenství	53 52 ¹⁾	55 58 ¹⁾	53 52 ¹⁾	-
3	Společné prostory domu (schodiště, chodby, terasy, kočárkárny, sušárny, sklípky apod.)	52	55	52	32 ²⁾ 37 ³⁾
4	Průjezdy, podjezdy, garáže, průchody, podchody	57	48	57	-
5	Místnosti s technickým zařízením domu (výměňíkové stanice, kotelny, strojovny výtahů, strojovny VZT, prádelny apod.) s hlukem: LA,max ≤ 80 dB 80 dB < LA,max ≤ 85 dB	57 ⁴⁾ 62 ⁵⁾	48 ⁴⁾ 48 ⁵⁾	57 ⁴⁾ 62 ⁵⁾	-
6	Provozovny s hlukem LA,max ≤ 85 dB: s provozem nejvýše do 22:00 h s provozem i po 22:00 h	57 62	53 48	57 62	-
7	Provozovny s hlukem 85 dB < LA,max ≤ 95 dB s provozem i po 22:00 h	72 ⁵⁾	38 ⁵⁾	-	-

Prostorová akustika a doba dozvuku

Prostorová akustika řeší šíření zvuku v uzavřeném prostoru. Sledování parametrů prostorové akustiky je důležité zejména v místnostech sloužících pro přednes mluveného slova a hudby, v místnostech sloužících pro záznam zvukového signálu a v dalších vybraných prostorech, kde je důležité zajištění dostatečné srozumitelnosti řeči.

Přehled norem řešících prostorovou akustiku

Typ normy	Číslo normy	Název	Stručný popis
ČSN	73 0527	Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely	Norma stanoví základní zásady pro projektování a realizaci uzavřených prostorů pro veřejné účely. Platí pro nově zřizované, rekonstruované nebo adaptované prostory, v nichž kvalita poslechových podmínek či akustická pohoda hraje významnou roli.
ČSN	73 0525	Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely	Norma stanoví obecné zásady pro projektování prostorů určených k poslechu hudby a řeči v nově budovaných nebo rekonstruovaných objektech. Dosažení optimální doby dozvuku daného prostoru je sice významným krokem pro zajištění jeho akustické kvality, existuje však řada dalších veličin, jako jasnost, zřetelnost, hlasitost aj. jejichž vyhodnocením se stává popis podmínek přesnějším.

Doba dozvuku je ovlivněna povrchem či materiálem v řešené místnosti a činiteli pohltivosti – schopnosti povrchu či materiálu jímat akustický zvuk.

Rozhoduje plocha nebo počet

Činitel pohltivosti zvuku je dán poměrem pohlcené akustické energie určitou plochou k dopadající akustické energii na tuto plochu v daném kmitočtovém pásmu od 125 – 4000 dB.

Výbornou pohltivost mají materiály s porézní nebo vláknitou strukturou.

Stěna, u které dochází k úplnému pohlcení – $\alpha = 1$, v případě dokonalého odrazu – $\alpha = 0$.

Hodnoty činitele zvukové pohltivosti některých materiálů

Materiál	t [mm]	α [-] při frekvenci f					
		f [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
Azbest	25	0,25	0,6	0,65	0,6	0,6	0,61
Beton	-	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Deska akustická absorpční z dřevěných hoblin s přídavkem struskové vaty a pojidla	25	0,08	0,24	0,55	0,78	0,78	0,74
Deska akustická absorpční (speciálně upravená)	25	0,22	0,51	0,89	0,98	0,71	0,66
Kámen leštěný	-	0,1	-	0,01	-	-	0,02
Koberec tkaný (na betonovém podkladu)	9,5	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Koberec tkaný (na lepence tloušťky 3.10-3 m)	8	0,11	0,14	0,37	0,43	0,27	0,25
Linoleum (na betonovém podkladu)	3	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
Písek (suchý)	100	0,15	0,35	0,4	0,5	0,55	0,8
Plst	25	0,12	0,32	0,51	0,62	0,60	0,56
Překližka dřevěná (trojvrstvá)	3	0,2	0,28	0,26	0,09	0,12	0,11
Sníh	25	0,15	0,40	0,65	0,75	0,80	0,85
	100	0,45	0,75	0,90	0,95	0,95	0,95
Škvára	280	0,90	0,90	0,75	0,80	-	-
Štuk na kovovém pletivu	19	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
Vata skelná (nalisovaná)	25	0,24	0,30	0,57	0,69	0,70	-
	51	0,38	0,49	0,84	0,91	0,76	-
Vata strusková	25	0,26	0,45	0,61	0,72	0,75	-
Vlákna skelná pojená pryskyřicí	25	0,20	0,41	0,75	0,86	0,86	0,82
	51	0,41	0,60	0,99	0,99	0,84	0,85
Závěs velurový	-	0,05	0,12	0,35	0,45	0,38	0,36
Zed' cihlová	-	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07

V rámci bakalářské práce řešeno pouze cvičně.

6.2 Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací

V 1. NP se nachází parkoviště, které je odděleno stropem z dutinových panelů Spiroll a deskami z minerální plsti Isover TF proti od tří bytů ve 2.NP.

V objektu je nainstalován výtah Otis Gen2 bezpřevodový nové technologie bez nutnosti strojovny, s plochými polyuretanovými pásy, které zaručují minimální hluk. Výtah je osazen na pryžových tlumících podložkách přenášejících vibrace do budovy.

Posuzovanými konstrukcemi jsou mezi-bytová stěna tl. 250 mm z keramických tvárnic Porotherm 25 AKU Z, příčka v rámci bytu tl. 125 mm z keramických tvárnic Porotherm 11,5 AKU, strop mezi byty a strop mezi parkovištěm v 1.NP a bytem ve 2.NP.

6.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

Hladina akustického tlaku v chráněném venkovním prostoru stavby a chráněném venkovním prostoru

Hladiny akustického tlaku v chráněném venkovním prostoru stavby ve dne i v noci viz. příloha E.2 Výpočty pro posouzení, 2. Posouzení z hlediska akustiky a vibrací, 2.1. Hygienické limity hluku od dopravní infrastruktury.

Vzduchová neprůzvučnost

Posouzení vzduchové neprůzvučnosti

Konstrukce	Vzduchová neprůzvučnost (dB)		Posouzení
	Nejmenší možná hodnota $R'_{w,N}$	Vypočtená hodnota R'_w	
Stěna mezi-bytová	53	53	Vyhoví
Příčka v rámci bytu	42	44	Vyhoví
Strop mezi byty	53	59,5	Vyhoví
Strop mezi 1.NP a 2.NP (garáž, byt)	57	59,5	Vyhoví

Vzduchová neprůzvučnost

Posouzení kročejové neprůzvučnosti

Konstrukce	Kročejová neprůzvučnost (dB)		Posouzení
	Požadovaná hodnota $L'_{w,N}$	Vypočtená hodnota L'_w	
Strop mezi byty	55	55	Vyhoví

Technické listy jsou součástí přílohy E2 – Výpočty pro posouzení, 2.2.
Posouzení kritických konstrukcí na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost.

7 Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění

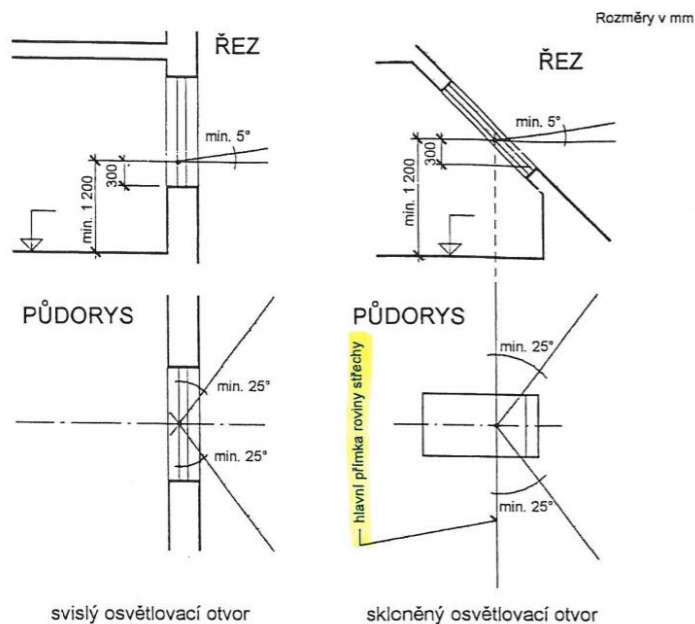
7.1 Normativní požadavky

Proslunění místností dle ČSN 73 4301:2004 pro obytné budovy

Byt je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností.

Stanovení kontrolních bodů a úhlů neefektivního dopadu slunečního záření

ČSN 73 4301



Obytná místnost se považuje za prosluněnou, splňuje-li tyto podmínky:

- půdorysný úhel slunečních paprsků hlavní přímkou roviny okenního otvoru musí být nejméně 25°, hlavní přímkou roviny je přímkou, která je průsečnicí této roviny s vodorovnou rovinou.
- přímé sluneční záření musí po stanovenou dobu vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, krytými průhledným a barvy nezkreslujícím materiálem, jejichž celková plocha vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna nejméně 1/10 podlahové plochy místnosti; nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru musí být alespoň 900 mm
- sluneční záření musí po stanovenou dobu dopadat na kritický bod v rovině vnitřního zasklení ve výšce 300 mm nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, ale nejméně 1200 mm nad úrovní podlahy posuzované místnosti;
- výška slunce nad horizontem musí být nejméně 5°
- při zanedbání oblačnosti musí být dne 1.března a 21.června doba proslunění nejméně 90 min.

Pro posuzování doby proslunění nebo oslunění se používají:

- jednotná průměrná severní zeměpisná šířka $\varphi=50^\circ$ pro celé území ČR.
- Pravý sluneční čas (PSC), v závislosti na pravém slunečním čase se stanoví hodinový úhel τ (°) pomocí vztahu:

$$\tau = 15(PSC - 12)$$

- průměrná hodnota sluneční deklinace δ (°), která se pro jednotlivé dny v roce vypočítá podle vztahu:

$$\delta = 23,45^\circ \sin (0,98D + 29,7M - 109)^\circ$$

D – číslo dne v měsíci

M – číslo měsíce

- základní vztahy sférické astronomie; poloha slunce na obloze je určena jeho azimutem A (°) a výškou h (°) . Hodnoty těchto dvou úhlů lze postupně stanovit podle vztahů:

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \tau$$

$$\cos A = (\operatorname{tg} \varphi / \cos h) \cdot (\sin h - \sin \delta / \sin \varphi)$$

- Orientace situace a orientace objektu ke světovým stranám: při stanovení směru poledníku v situaci se zohledňuje mediánová konvence C (°)

$$C = (24^{\circ}50' - \alpha)/1,34$$

Denní osvětlení dle ČSN 73 0580-1:2007, ČSN 73 0580-2 pro obytné budovy

V prostorech vyžadujících zrakovou pohodu se musí v souladu s jejich funkcí maximálně využít funkce denního osvětlení.

Činitel denní osvětlenosti D (%) se skládá ze tří hlavních složek: oblohová D_s (%), vnitřní odrazná D_i (%) a vnější odrazná složka D_e (%), zde platí vztah:

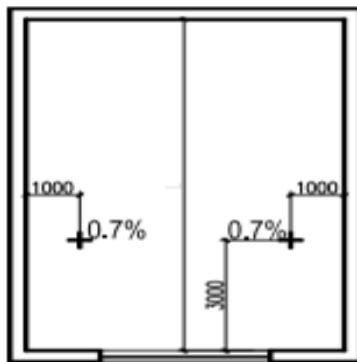
$$D = D_e + D_i + D_s$$

Kontrolované body v polovině délky místnosti, avšak nejdále 3m od okna, 1 m od povrchů bočních stěn ve výšce 0,85 m nad podlahou.

Podmínky: Hodnoty v jednotlivých měřených bodech musí být nejméně 0,7 a jejich průměr musí být vyšší než 0,9.

$$D_{s,min} = 0,7, \text{ a } D_{s,prům} = 0,9$$

Posuzované body činitele denní osvětlenosti v obytné místnosti



Vnitřní odraznou složku získáme činitelem odrazu světla v místnosti všech povrchů odrážející světlo, tedy podlahu ($\rho_{podl}=0,3$), stěnu ($\rho_{stěna}=0,5$), strop

($Q_{strop}=0,7$) i okno (dle plochy okna). Zde platí vztah, který aplikujeme na spodní, vrchní část místnosti zvlášť a průměrný činitel spodní a vrchní čisti místnosti Q'_s :

$$Q'_s = (Q_{podl.} \cdot A_{podl.} + Q_{stěna} \cdot A_{stěna} + Q_{strop} \cdot A_{strop}) / A_c$$

Požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti podle ČSN 73 0580-1

Třída zrakové činnosti	Charakteristika zrakové činnosti	Poměrná pozorovací vzdálenost	Příklady zrakových činností	Požadovaná hodnota minimální Dmin[%]	Požadovaná hodnota průměrná Dm[%]
I.	Mimořádně přesná	3330 a větší	Nejpřesnější zraková činnost s omezenou možností použití zvětšení, s požadavkem na vyloučení chyb v rozlišení, nejobtížnější kontrola	3,5	10
II.	Velmi přesná	1670 až 3330	Velmi přesné činnosti při výrobě a kontrole, velmi přesné rýsování, ruční rytí s velmi malými detaily, velmi jemné umělecké práce	2,5	7
III.	přesná	1000-1670	Přesná výroba a kontrola, rýsování, technické kreslení, obtížné laboratorní práce	2,0	6
IV.	Středně přesná	500-1000	Středně přesná výroba a kontrola, čtení psaní (rukou i strojem), obsluha strojů, běžné laboratorní práce, vyšetření, ošetření, hrubší šití, pletení, žehlení, příprava jídel, závodní sport	1,5	5
V.	hrubší	100-500	Hrubší práce, manipulace s předměty a materiálem, konzumace jídla a obsluha, oddechové činnosti, základní a rekreační tělovýchova, čekání	1,0	3
VI.	Velmi hrubá	Menší než 100	Udržování čistoty, sprchování mytí, převlékání, chůze po komunikacích přístupných veřejnosti	0,5	2
VII.	Celková orientace	-	Chůze, doprava materiálu, skladování hrubého materiálu, celkový dohled	0,25	1

7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění

Součástí projektové dokumentace je i oslunění a osvětlení obytných místnosti, konkrétně posouzení 2.NP. Podrobný výpočet pro nejméně prosluněnou místnost – místnost č. 206 ve 2. NP, okno místnosti 206 je plastové s dvojsklem a je zastíněno dvaceti metrovou překážkou, která je však v bezpečné vzdálenosti a proslunění místnosti tak nebude ohroženo.

Pro posouzení byla vyhledána východní zeměpisná délka $17,5^\circ$ a severní zeměpisná šířka 50° , Poloha severu byla pootočena meridiánovou konvencí ve směru hodinových ručiček o $5^\circ 8' 12,5''$

7.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

7.3.1 doba proslunění u bytových staveb a u pobytových prostor

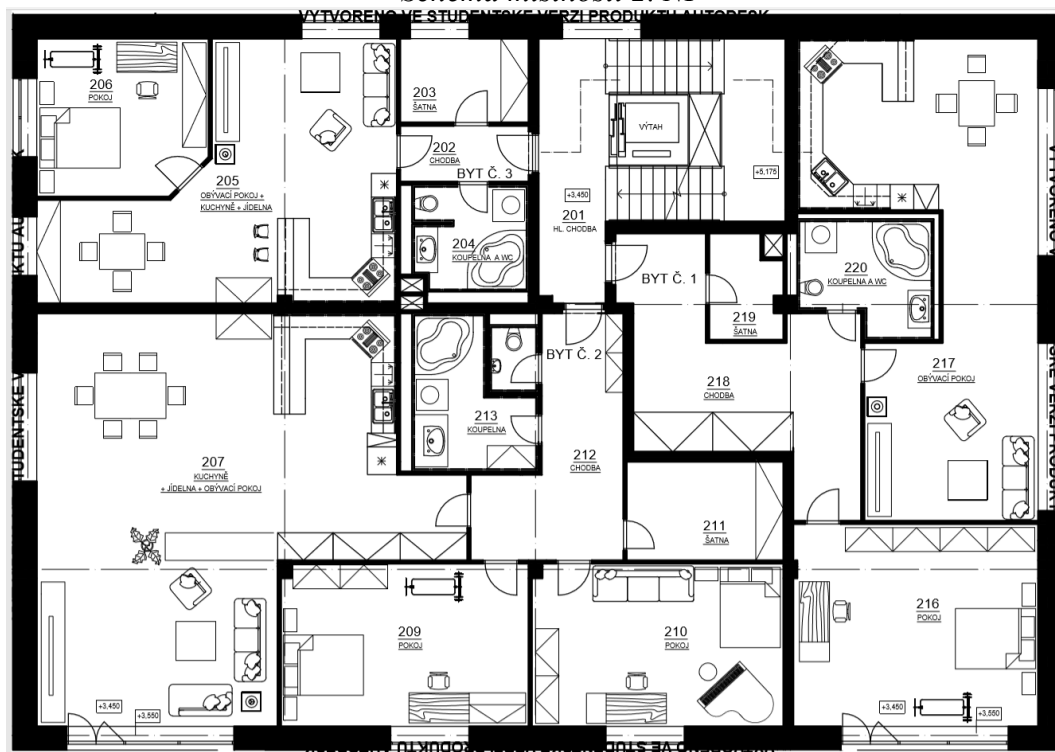
Všechny místnosti bytů ve 2.NP budou prosluněny více než 90 min/den a vyhoví požadavkům denní osvětlenosti posuzované v rovině vnějšího líce okna.

Posouzení na dobu proslunění bytů a místnosti ve 2. NP

Byt		Účel místnosti	Doba proslunění	Závěr	Vyhodnocení
Byt č. 1	místnost č. 217	Obývací pokoj s jídelnou a kuchyní	7:10 - 9:13	místnost je prosluněna více než 90 min.	Vyhoví
	místnost č. 216	Pokoj	7:10 - 14:44	místnost je prosluněna více než 90 min.	Vyhoví
Byt č. 2	místnost č. 207	Obývací pokoj s jídelnou a kuchyní	7:10 - 16:50	místnost je prosluněna více než 90 min.	Vyhoví
	místnost č. 209	Pokoj č. 1	7:10 - 14:44	místnost je prosluněna více než 90 min.	Vyhoví
	místnost č. 210	Pokoj č. 2	7:10 - 14:44	místnost je prosluněna více než 90 min.	Vyhoví

Byt č. 3	místnost č. 205	Obývací pokoj s jídelnou a kuchyní	12:17 - 16:50	místnost je prosluněna více než 90 min.	Vyhoví
	místnost č. 206	Pokoj	12:17 - 16:30	místnost je prosluněna více než 90 min.	Vyhoví

Schéma místností 2. NP



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

Pro toto vyhodnocení byla vybrána místnost č. 206, která leží v západní části budovy a je považována za nejhorší z hlediska požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakových činností. Místnost je určena pro odpočinek.

Posouzení na činitele denní osvětlenosti

Místnost č. 206 - pokoj	Minimální činitel denní osvětlenosti (%)		Průměrný činitel denní osvětlenosti (%)		Posouzení
	Nejmenší možná hodnota $D_{i,min}$	Vypočtené hodnoty $D_{i,min}$	Nejmenší možná hodnota $D_{i,m}$	Vypočtená hodnota $D_{i,m}$	
Bod 1	0,7	1,7	0,9	1,75	Vyhovuje
Bod 2	0,7	1,8	0,9	1,75	Vyhovuje

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

Objekt nemá negativní vliv na okolní zástavbu a nijak neomezuje okolní zástavby. Objekt je v dostatečné vzdálenosti od okolních staveb.

8 Identifikace zpracovatele

V Olomouci dne 13.5.2019

Vypracoval: Blažek Milan

.....

9 Přílohy

- Obsah přílohy E.2 – Výpočty pro posouzení

1 Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

- 1.1 Posouzení stavební konstrukce z hlediska šíření tepla a vodní páry.
- 1.2 Výpočet součinitele prostupu tepla přes okna a dveře
- 1.3 Protokol k energetickému štítku obálky budovy
- 1.4 Výpočet teploty v koutech
- 1.5 Výpočet poklesu dotykové teploty podlah

2 Posouzení z hlediska akustiky a vibrací

- 2.1 Hygienické limity hluku od dopravní infrastruktury
- 2.2 Posouzení kritických konstrukcí na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost.
- 2.3 Výpočet a posouzení doby dozvuku v kritické místnosti

3 Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění

- 3.1 Výpočet proslunění (Světlo +)
- 3.2 Činitel denní osvětlenosti kritické místnosti

- Příloha E. 3 – Komplexní posouzení stavební konstrukce z hlediska šíření tepla a vodní páry – program TEPLO 2014