



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

POLYFUNKČNÍ DŮM

MIXED-USE BUILDING

**ZÁKLADNÍ POSOUZENÍ OBJEKTU Z HLEDISKA
STAVEBNÍ FYZIKY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Nejedly

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR JELÍNEK, Ph.D.

BRNO 2020

Obsah:

- 1. Identifikační údaje objektu**
 - 1.1 Identifikační údaje
 - 1.2 Charakteristika objektu
 - 1.3 Konstrukční řešení
 - 1.4 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru
- 2. Účel posouzení**
- 3. Podklady pro zpracování**
- 4. Použité právní předpisy a normy**
- 5. Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla**
 - 5.1 Normativní požadavky
 - 5.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
 - 5.1.2 Součinitel prostupu tepla
 - 5.1.3 Průměrný součinitel prostupu tepla
 - 5.1.4 Lineární a bodový činitel prostupu tepla
 - 5.1.5 Pokles dotykové teploty podlahy
 - 5.1.6 Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce
 - 5.1.7 Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce
 - 5.1.8 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou
 - 5.1.9 Tepelná stabilita místnosti v letním období
 - 5.1.10 Tepelná stabilita místnosti v zimním období
 - 5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla
 - 5.2.1 Geometrické charakteristiky budovy
 - 5.2.2 Skladby konstrukcí
 - 5.2.3 Výplně otvorů
 - 5.3 Údaje o splnění normativních požadavků
 - 5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou
 - 5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí
 - 5.3.3 Tepelná stabilita místnosti
 - 5.4 Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí
 - 5.5 Výpočet potřeb energie v objektu
- 6. Posouzení z hlediska akustiky a vibrací**
 - 6.1 Normativní požadavky
 - 6.1.1 Urbanistické akustika
 - 6.1.2 Akustika stavebních konstrukcí
 - 6.1.3 Prostorová akustika
 - 6.2 Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací
 - 6.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

7. Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění

7.1 Normativní požadavky

7.1.1 Požadavky na denní osvětlení budov

7.1.2 Požadavky z hlediska osvětlení a proslunění

7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění

7.2.1 Osazení objektu

7.2.2 Charakteristika výplní otvorů

7.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

7.3.1 Doba proslunění u pobytových prostor

7.3.2 Vyhodnocení provozu budovy

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

8. Identifikace zpracovatele

9. Seznam příloh

1 Identifikační údaje objektu

1.1 Identifikační údaje

Název stavby:	Polyfunkční dům
Místo stavby:	Vinařská 602 00 Brno - Pisárky
Parcelní čísla:	342/2, 342/3, 342/4, 342/10
Katastrální území:	Pisárky [610208]
Stavebník:	Tomáš Fuk, Foukalova 5/62, 412 30 Fukov
Zpracovatel dokumentace:	VUT FAST Veveří 95, 602 00 Brno
Vypracoval:	Bc. Petr Nejedly Strmá 1134/7, 785 01 Šternberk
Odpovědný projektant:	Bc. Petr Nejedly Strmá 1134/7, 785 01 Šternberk

1.2 Charakteristika objektu

Jedná se o novostavbu polyfunkčního domu o jednom podzemním podlaží a čtyřech nadzemních podlažích.. Polyfunkční dům je umístěný na volném pozemku a respektuje svým návrhem okolní zástavbu. Hlavní příjezdová cesta vede po ulici Vinařská ze severovýchodní strany pozemku.

V podzemním podlaží je navrženo příslušenství k bytovým jednotkám a hromadná garáž pro 11 osobních automobilů. Příslušenství tvoří sklepní kóje a technická místnost. V prvním nadzemním podlaží jsou navrženy administrativní prostory a prostory pro uskladnění jízdních kol a kočárků. Součástí každé administrativní jednotky jsou tři samostatné kanceláře, hygienické zázemí a příslušenství. V druhém až čtvrtém nadzemním podlaží je navrženo osm bytových jednotek.

1.3 Konstruktivní řešení

Objekt je obdélníkového tvaru s posledním ustupujícím podlažím. První podzemní, první nadzemní objektu a schodišťový prostor jsou navrženy, jako zděná konstrukce z vápenopískových tvárnic, stropní konstrukce tvoří monolitické desky z železového

betonu. Svislé nosné konstrukce přilehlé k zemině jsou dodatečně izolovány tepelnou izolací z extrudovaného polystyrenu, konstrukce prvního nadzemního podlaží ve styku s exteriérem jsou dodatečně izolovány tepelnou izolací z dřevních vláken, vkládanou mezi dřevěné i-nosníky (STEICO WALL), s povrchovou úpravou s tenkovrstvou omítkou, zatírané struktury. Fasáda schodišťového prostoru je provedena jako provětrávaná s dřevěným vodorovným obkladem z prken ze sibiřského modřínu. Druhé, až čtvrté nadzemní podlaží je navrženo jako montovaná rámová dřevostavba s nosnými sloupky z dřevěných i-nosníků (STEICO WALL) a z dřevěných KVH hranolů, vyplněná tepelnou izolací z dřevních vláken a izolací z minerálních vláken. Obvodové stěny budou dodatečně izolovány kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z dřevních vláken, s povrchovou úpravou s tenkovrstvou omítkou zatírané struktury. Obvodová stěna čtvrtého nadzemního podlaží je provedena s provětrávanou fasádou s dřevěným vodorovným obkladem ze sibiřského modřínu. Stropní konstrukce druhého až třetího nadzemního podlaží tvoří montované stropní konstrukce z dřevěných i-nosníků (STEICO JOIST). Střecha objektu je navržena jako plochá dvouplášťová vegetační s extenzivní zelení, nosnou konstrukci střechy tvoří dřevěné nosníky z lepeného lamelového dřeva (STEICO LVL R). Klempířské výrobky budou z pozinkovaného lakovaného plechu, v barvě RAL 8008 (hnědá). Fasáda se silikátovou omítkou bude v kombinaci barev RAL 8008 (hnědá) a RAL 1001 (béžová), dle barevného rozvržení, uvedeného ve studiích objektu. Dřevěný vodorovný obklad bude bez povrchové úpravy. Soklová část bude provedena s tenkovrstvou mozaikovou omítkou v barvě RAL 8016 (tmavě hnědá). Výplně otvorů budou dřevěná okna a vstupní dveře v hnědé barvě, rámy výplní budou v celé šířce zapuštěné do tepelné izolace a tím budou výplně, při pohledu na budovu, působit jako bezrámové. Venkovní parapety budou provedeny z hliníkového lakovaného plechu v barvě RAL 8016 (tmavě hnědá). Zpevněné plochy budou provedeny z betonové dlažby v přírodním odstínu.

1.2 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru

Objekt pro posouzení se nachází v Jihomoravském kraji v okrese Brno-Pisárky. Při všech výpočtech bylo uvažováno s teplotami převažujícími v tomto městě.

Návrhové parametry pro venkovní prostředí:

Průměrná teplota v zimním období: -15 °C.

Nadmořská výška: 205 m n. m.

Teplotní oblast: 2

Relativní vlhkost venkovního vzduchu: 85 %

Návrhová teplota zeminy v zimním období přilehlá k stavební konstrukci, která je pod podlahou +5 °C a v hloubce 2-3 m 0 °C.

Návrhové parametry pro vnitřní prostředí:

Návrhové hodnoty pro vnitřní teploty místností:

Obytné místnosti: +20 °C

Suterén: +5 °C

Relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 50 %

Přirážka na vyrovnávající rozdíl mezi teplotou vnitřního vzduchu a průměrnou teplotou okolních ploch pro plošné podlahové vytápění je 0,0 K.

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 splňují:

- Tepelně technické požadavky,
- Požadavky z hlediska úspory energie,
- Zvukově izolační 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 polyfunkčního domu.

3 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování jsou:

- studie projektu včetně textových částí
- pracovní verze projektu ve fázi provedení stavby
- situace širších vztahů
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality
- katalog programu TEPLO 2014, AREA 2014
- jednotlivé výpočty z programů, viz příloha
- fotodokumentace pozemku
- vnitřní a vnější okrajové podmínky.

4 Použité normy a předpisy

Použité normy:

- ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky (vč. Z1)
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové hodnoty
- ČSN 01 1600 Akustika – Terminologie
- ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky (vč. Z1)
- ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky. Všeobecné zásady
- ČSN 73 0527 Akustika – Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky
- Prostory pro kulturní, školní a veřejné účely
- ČSN 73 4301:2004 + Z1:2005 + Z2/2009 Obytné budovy
- ČSN 73 0580 – 1:2007 + Z1:2011 Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky
- ČSN 73 0580 – 2:2007 Denní osvětlení budov. Část 2: Denní osvětlení obytných budov
- ČSN 73 0581 Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot

Použité předpisy a zákony:

- č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov
- č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

5 Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.1 Normativní požadavky

5.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Všechny konstrukce, posuzované dle ČSN 73 0540 ve smyslu článku 5.1 normy, se nejnižší povrchová teplota θ_{si} hodnotí pomocí teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} vždy pro nejméně příznivé umístění konstrukce nebo detailu (nejvyšší požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,N}$). Všechny konstrukce na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu, musí splňovat podmínku $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$ [-

]. Při výpočtech se uvažuje relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi = 50 \%$. Konstrukce a styky konstrukcí v prostorech musí v zimním období splňovat v každém místě (při teplotě vnitřního vzduchu $\theta_{ai} = 20,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a návrhové venkovní teplotě $\theta_e = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}$), teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,N} = 0,747$. Výpočty jsou uvedeny v příloze, kde je součástí jak výpočet s posouzením, tak i grafická část.

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} [-]$$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} [-]$$

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

Tab. 1: Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$ dle ČSN 73 0540 – 2 + Z1

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai} \text{ }^{\circ}\text{C}$	Návrhová venkovní teplota $\theta_e \text{ }^{\circ}\text{C}$
		Brno: -15 $^{\circ}\text{C}$
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$
Stavební konstrukce	20,0	0,789
Výplně otvorů	20,0	0,649

Tab. 2: Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$ dle ČSN 73 0540 – 2 + Z1

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai} \text{ }^{\circ}\text{C}$	Návrhová venkovní teplota $\theta_e \text{ }^{\circ}\text{C}$
		Brno: -15 $^{\circ}\text{C}$
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi}
Stavební konstrukce	11,04	0,789
Výplně otvorů	7,72	0,649

5.1.2 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce jsou posuzovány dle ČSN 73 0540 - 2 a hodnota součinitele prostupu tepla musí být menší nebo rovna požadované hodnotě $U \leq U_N \text{ } [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$. Uvažuje se relativní vlhkost $\varphi = 50 \%$. V tabulkách jsou uvedeny pouze vrstvy, které mají zásadní vliv na

výsledky. Vrstvy jsou psány směrem od exteriéru do interiéru. Pro stanovení požadovaných hodnot byla použita převažující teplota v budově o hodnotě 20 °C. Ve výpočtu byl zahrnut vliv způsobu zabudování vrstev, nehomogenních vrstev a systematických tepelných mostů přepočítáním efektivních hodnot součinitele tepelné vodivosti. Veškeré navrhované konstrukce musí tyto požadavky výše psané závazné normy splňovat.

$$U \leq U_N \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$$

kde: U – součinitel prostupu tepla [W/(m²·K)]

U_N – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/(m²·K)]

Tab. 3: Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18°C až 22°C včetně dle ČSN 73 0540 – 2

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla	
	[W/(m ² ·K)]	
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$
Stěna vnější	0,30	0,25
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45°včetně	0,24	0,16
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,70
Výplň otvoru vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,50	1,20
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (vč. rámu)	1,70	1,20

5.1.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla je průměrná hodnota počítaná pro celý objekt (pro vytápěnou část, ohraničená systémovou hranicí) a musí splňovat podmínku dle ČSN 73 0540 – 2 a zároveň musí splnit hodnoty spadající minimálně do kategorie C – VYHOVUJÍCÍ. Požadovaná

hodnota $U_{em,N}$ se stanoví výpočtem pro každý posuzovaný případ metodou referenční budovy.

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

kde: U_{em} – průměrný součinitel prostupu tepla $[W/(m^2 \cdot K)]$

$U_{em,N}$ – požadovaná hodnota průměrného souč. prostupu tepla $[W/(m^2 \cdot K)]$

5.1.4 Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Lineární i bodový činitel prostupu tepla ψ a χ tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí splňovat podmínku:

$$\psi \leq \psi_N$$

kde: ψ - výpočtová hodnota lineárního činitele prostupu tepla $[W/(m \cdot K)]$

ψ_N - požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla $[W/(m \cdot K)]$

$$\chi \leq \chi_N$$

kde: χ - výpočtová hodnota bodového činitele prostupu tepla $[W/(m \cdot K)]$

χ_N - požadovaná hodnota bodového činitele prostupu tepla $[W/(m \cdot K)]$

Tab. 4: Požadované hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi dle ČSN 73 0540 – 2

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla	
	$[W/(m \cdot K)]$	
	Požadované hodnoty ψ_N	Doporučené hodnoty ψ_{rec}
Vnější stěna navazující na další	0,20	0,10
Vnější stěna navazující na výplně otvorů	0,10	0,03
Střecha navazující na výplň otvoru	0,30	0,10
Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla	
	$[W/K]$	
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,40	0,10

5.1.5 Pokles dotykové teploty podlahy

Pro podlahy musí být splněna podmínka poklesu dotykové teploty podlahy. Poklesem dotykové teploty se hodnotí množství odnímaného tepla při dotyku s podlahou-nášlapné vrstvy a ověření nášlapných vrstev podlah z hlediska působení tepelné jímavosti. V případě podlahového vytápění se uvažuje návrhová venkovní teplota 13°C, pokud není začátek a konec vytápění při nižší venkovní teplotě.

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

kde: θ_{10} - výpočtová hodnota poklesu dotykové teploty [°C]

$\theta_{10, N}$ - požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty [°C]

Tab. 5: Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\theta_{10, N}$ dle ČSN 73 0540 – 2

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

Tab. 6: Kategorie podlah – požadované hodnoty dle ČSN 73 0540 – 2

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 se vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	Kancelář	II.	

5.1.6 Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce M_c mohla ohrozit požadovanou funkci musí být splněna podmínka:

$$M_c = 0$$

kde: M_c - výpočtová hodnota zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [kg/(m²·a)]

U stavebních konstrukcí, u které kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce:

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

kde: M_c - výpočtová hodnota zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [kg/(m²·a)]

$M_{c,N}$ - požadovaná hodnota zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [kg/(m²·a)]

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelně-izolačním systémem nebo vnějším obkladem je nižší z hodnot:

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

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m³, pro materiál s objemovou hmotností ≤ 100 kg/m³ se použije 6 % jeho plošné hmotnosti; pro ostatní stavební konstrukce se použije nižší z hodnot:

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

, nebo 5% plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m³, pro materiál s objemovou hmotností ≤ 100 kg/m³ se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.

5.1.7 Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

Pro roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry musí být splněna následující podmínka:

$$M_c \leq M_{ev}$$

kde: M_c - roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$]
 M_{ev} - roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$]

Je-li v hodnocené konstrukci dřevo a nebo materiály na bázi dřeva, musí být navržena vhodná konstrukční opatření pro jejich ochranu. Požadavky 5.1.6 a 5.1.7 se uplatňují pro vnější i vnitřní konstrukce s výjimkou konstrukcí přilehlých k zemině a prokazují se bilančním výpočtem po měsících. Pro konstrukce přilehlé k zemině je požadováno vyloučení kondenzace vodní páry.

5.1.8 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

Článek 7.1.2 normy ČSN 73 0540-2 nepřipouští netěsnosti a neutěsněné spáry, kromě funkčních spár. Skladby navržených konstrukcí dávají předpoklady pro neprůvzdušnost skladeb. Všechny napojení výplní otvorů na konstrukce, ve kterých se nacházejí, je nutné funkčně utěsnit.

Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její ucelené části (celková intenzita výměny vzduchu při tlakovém spádu 50 Pa) nemá přesáhnout hodnotu $4,5 \text{ h}^{-1}$. Splnění tohoto požadavku je vhodné kontrolovat již v době výstavby a hlídat tak problematická místa ještě před realizací vrchních vrstev konstrukcí, které zakryjí hlavní vzduchotěsnou vrstvu.

Nejnižší intenzita větrání užívaných místností je požadována hodnotou $0,5 \text{ h}^{-1}$ a nemá v zimním období překročit hodnotu $0,75 \text{ h}^{-1}$. Větrání je přirozené a řídí ho uživatel dle aktuální potřeby otvíráním výplní otvorů.

Celková průvzdušnost obálky

U obálky budovy je doporučeno splnit následující podmínku:

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

kde: n_{50} - celková hodnota intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa [h^{-1}]
 $n_{50,N}$ - doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa, [h^{-1}], která se stanoví dle tab. 7

Tab. 7: Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ dle ČSN 73 0540 – 2

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50, N}$	
	Úroveň I	Úroveň II
Nucené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se ZZT	1,0	0,8
Nucené se ZZT pro pasivní budovy	0,6	0,4

Průvzdušnost místnosti s nuceným větráním nebo klimatizací

U budovy s nuceným větráním nebo klimatizací je doporučeno splnit následující podmínku:

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

kde: n -intenzita přirozené výměny vzduchu bez započtení funkce větracího zařízení či klimatizace [h^{-1}]

Intenzita větrání neužívané místnosti

U místnosti, která není běžně využívána je doporučeno splnit následující podmínku:

$$n_{\min} \geq n_{\min, N}$$

kde: n_{\min} -nejnižší intenzita větrání místnosti [h^{-1}]

$n_{\min, N}$ -doporučená nejnižší intenzita větrání místnosti, po dobu, kdy není užívána [h^{-1}]

Intenzita větrání užívané místnosti

V době, kdy je místnost využívána musí splnit následující podmínku:

$$n \geq n_N$$

kde: n -intenzita větrání místnosti [h^{-1}]

n_N -požadovaná intenzita větrání užívané místnosti [h^{-1}]

a současně musí splnit požadavek v otopné sezóně:

$$n \leq 1,5$$

kde: n -intenzita větrání místnosti [h^{-1}]

pozn. Přirozený přívod a odvod vzduchu spárami otevíracích prvků v plášti budovy nezajišťuje větrání místnosti.

5.1.9 Tepelná stabilita místnosti v letním období

Požadavky na tepelnou stabilitu místnosti v letním období stanovuje část 8.2 normy ČSN 73 0540-2:2011. Hodnotí se nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\Delta\theta_{ai,max}$, která nesmí být vyšší, než požadovaná nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\Delta\theta_{ai,max,N}$. Pro výpočet se využívá zjednodušená metodika dle normy ČSN EN ISO 13792 a klimatická data uvedená v ČSN 73 0540-3 tabulce H.8. Vliv vnitřních zdrojů tepla se ve výpočtu neuvažuje.

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

kde: $\theta_{ai, max}$ - nejvyšší denní teplota vzduchu v kritické místnosti v letním období [°C]
 $\theta_{ai, max, N}$ - požadovaná nejvyšší denní teplota vzduchu v kritické místnosti v letním období [°C] dle tab. 8, viz níže

Tab. 8: Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ dle ČSN 73 0540 – 2

Druh budovy	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai, max, N}$ [°C]
Nevýrobní	27,0

pozn. U obytných budov lze připustit překročení požadované hodnoty nejvíce o 2°C na souvislou dobu nejdéle 2 hodny, pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.

5.1.9 Tepelná stabilita místnosti v zimním období

Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období se hodnotí pomocí požadavků uvedených v části 8.1 normy ČSN 73 0540-2, metodika výpočtu je stanovena v příloze F normy ČSN 73 0540-4. Hodnotícím kritériem je požadavek na pokles výsledné teploty v místnosti $\Delta\theta_v(t)$ v zimním období, který má být menší nebo roven normové hodnotě $\Delta\theta_v(t),N$.

$$\Delta\theta_v(t) \leq \Delta\theta_v,N(t)$$

kde: $\Delta\theta_v(t)$ -pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období [°C]
 $\Delta\theta_{v,N}(t)$ -požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období [°C]

Tab. 9: Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N}$ dle ČSN 73 0540 – 2-2011

Druh místnosti (prostoru)	Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N}(t)$ [°C]
S pobytem lidí po přerušení vytápění: -při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně	3
Bez pobytu lidí po přerušení vytápění -při přerušení vytápění topnou přestávkou - budova masivní	6

5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.2.1 Geometrické charakteristiky budovy

Objekt je obdélníkového tvaru s posledním ustupujícím podlažím. První podzemní, první nadzemní objektu a schodišťový prostor jsou navrženy, jako zděná konstrukce z vápenopískových tvárnic, stropní konstrukce tvoří monolitické desky z železového betonu. Svislé nosné konstrukce přilehlé k zemině jsou dodatečně izolovány tepelnou izolací z extrudovaného polystyrenu, konstrukce prvního nadzemního podlaží ve styku s exteriérem jsou dodatečně izolovány tepelnou izolací z dřevních vláken, vkládanou mezi dřevěné i-nosníky (STEICO WALL), s povrchovou úpravou s tenkovrstvou omítkou, zatírané struktury. Fasáda schodišťového prostoru je provedena jako provětrávaná s dřevěným vodorovným obkladem z prken ze sibiřského modřínu. Druhé, až čtvrté nadzemní podlaží je navrženo jako montovaná rámová dřevostavba s nosnými sloupky z dřevěných i-nosníků (STEICO WALL) a z dřevěných KVH hranolů, vyplněná tepelnou izolací z dřevních vláken a izolací z minerálních vláken. Obvodové stěny budou dodatečně izolovány kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z dřevních vláken, s povrchovou úpravou s tenkovrstvou omítkou zatírané struktury. Obvodová stěna čtvrtého nadzemního podlaží je provedena s provětrávanou fasádou s dřevěným vodorovným obkladem ze sibiřského modřínu. Stropní konstrukce druhého až třetího nadzemního podlaží tvoří montované stropní konstrukce z dřevěných i-nosníků

(STEICO JOIST). Střecha objektu je navržena jako plochá dvouplášťová vegetační s extenzivní zelení, nosnou konstrukci střechy tvoří dřevěné nosníky z lepeného lamelového dřeva (STEICO LVL R). Klempířské výrobky budou z pozinkovaného lakovaného plechu, v barvě RAL 8008 (hnědá). Fasáda se silikátovou omítkou bude v kombinaci barev RAL 8008 (hnědá) a RAL 1001 (béžová), dle barevného rozvržení, uvedeného ve studiích objektu. Dřevěný vodorovný obklad bude bez povrchové úpravy. Soklová část bude provedena s tenkovrstvou mozaikovou omítkou v barvě RAL 8016 (tmavě hnědá). Výplně otvoru budou dřevěná okna a vstupní dveře v hnědé barvě, rámy výplní budou v celé šířce zapuštěné do tepelné izolace a tím budou výplně, při pohledu na budovu, působit jako bezrámové. Venkovní parapety budou provedeny z hliníkového lakovaného plechu v barvě RAL 8016 (tmavě hnědá).

5.2.2 Skladby konstrukcí

Skladby konstrukcí jsou uvedeny v příloze č.1 - Skladby stavebních konstrukcí. Z tepelně-technického a vlhkostního hlediska je seznam skladeb uveden v příloze č.02 - Hodnocení součinitele prostupu tepla neprůsvitných konstrukcí.

5.2.3 Výplně otvorů

Výplně otvorů v obvodovém plášti budou dřevěné s izolačním trojsklem ($U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 60\%$), výplně budou v provedení pro zapuštění celé šířky profilu do tepelné izolace. Rám dřevěných oken je doplněný o tepelně-izolační profily pro zlepšení tepelně technických vlastností ($U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$). Spodní profil rámu je opatřený hliníkovou okapnicí v barvě RAL 8016 (tmavě hnědá).

Vstupní dveře do objektu budou dřevěné s izolačním trojsklem ($U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 60\%$), a izolační výplní ($U_g = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$), v dřevěném rámu ($U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$). Tepelně technické vlastnosti výplní jsou uvedeny v příloze č.2 - Hodnocení součinitele prostupu tepla průsvitných výplní

5.3 Údaje o splnění normativních požadavků

5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou

-Posouzení konstrukcí v programu TEPLO 2017 viz příloha č.2

Nejnižší povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor:

Tab. 11: Povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Teplota vnitřního povrchu [°C]	Vyhodnocení
SH01 - Podlaha 1.S - vytápěné schodiště	0,925	-0,361	14,52	Vyhovuje
SH02 - Podlaha 1.S - nevytápěné prostory	1,000	bez požadavku	5,000	Vyhovuje
SH07 - Podlaha 1.NP - koberec	0,949	0,610	18,82	Vyhovuje
SH08 - Podlaha 1.NP - keramická dlažba	0,945	0,610	18,74	Vyhovuje
SH14 - Podlaha 2.NP přilehlá k exteriéru	0,958	0,744	18,88	Vyhovuje
SH17 - Střecha 3 .NP	0,958	0,744	18,89	Vyhovuje
SH19 - Střecha 4 .NP	0,966	0,744	18,82	Vyhovuje
SS01 - Obvodová stěna schodiště v 1.S - přilehlá k zemině - vytápěné na 15°C	0,948	0,453	14,21	Vyhovuje
SS02 - Obvodová stěna 1.S - přilehlá k zemině - nevytápěné prostory	0,918	bez požadavku	5,23	Vyhovuje
SS03 - Obvodová stěna - soklová část	0,948	0,747	18,76	Vyhovuje
SS05 - Stěna schodiště v 1.S - k nevytápěným prostorům - vytápěné na 15°C	0,944	-0,095	14,44	Vyhovuje
SS06 - Obvodová stěna schodiště - vytápěné na 15°C	0,962	0,781	13,85	Vyhovuje
SS07 - Obvodová stěna 1.NP	0,961	0,744	18,62	Vyhovuje
SS08 - Obvodová stěna 2.NP-4.NP	0,971	0,744	18,99	Vyhovuje
SS09 - Obvodová stěna 4.NP - odvětrávaná fasáda	0,969	0,744	18,92	Vyhovuje

Součinitel prostupu tepla neprůsvitných konstrukcí:*Tab. 12: Posouzení konstrukcí na požadovanou hodnotu $U_{N,20}$*

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W/m ² K]	Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/m ² K]	Vyhodnocení
SH01 - Podlaha 1.S - vytápěné schodiště	0,31	0,45	Vyhovuje
SH02 - Podlaha 1.S - nevytápěné prostory	0,69	bez požadavku	Vyhovuje
SH07 - Podlaha 1.NP - koberec	0,21	0,60	Vyhovuje
SH08 - Podlaha 1.NP - keramická dlažba	0,22	0,60	Vyhovuje
SH14 - Podlaha 2.NP přilehlá k exteriéru	0,13	0,24	Vyhovuje
SH17 - Střecha 3 .NP	0,13	0,24	Vyhovuje
SH19 - Střecha 4 .NP	0,14	0,24	Vyhovuje
SS01 - Obvodová stěna schodiště v 1.S - přilehlá k zemině	0,22	0,45	Vyhovuje
SS02 - Obvodová stěna 1.S - přilehlá k zemině - nevytápěné prostory	0,34	bez požadavku	Vyhovuje
SS03 - Obvodová stěna - soklová část	0,21	0,30	Vyhovuje
SS05 - Stěna schodiště v 1.S - k nevytápěným prostorům	0,23	0,60	Vyhovuje
SS06 - Obvodová stěna schodiště	0,16	0,30	Vyhovuje
SS07 - Obvodová stěna 1.NP	0,16	0,30	Vyhovuje
SS08 - Obvodová stěna 2.NP-4.NP	0,12	0,30	Vyhovuje
SS09 - Obvodová stěna 4.NP - odvětrávaná fasáda	0,13	0,30	Vyhovuje

Součinitel prostupu tepla průsvitných konstrukcí:*Tab. 13: Posouzení oken na požadovanou hodnotu $U_{N,20}$*

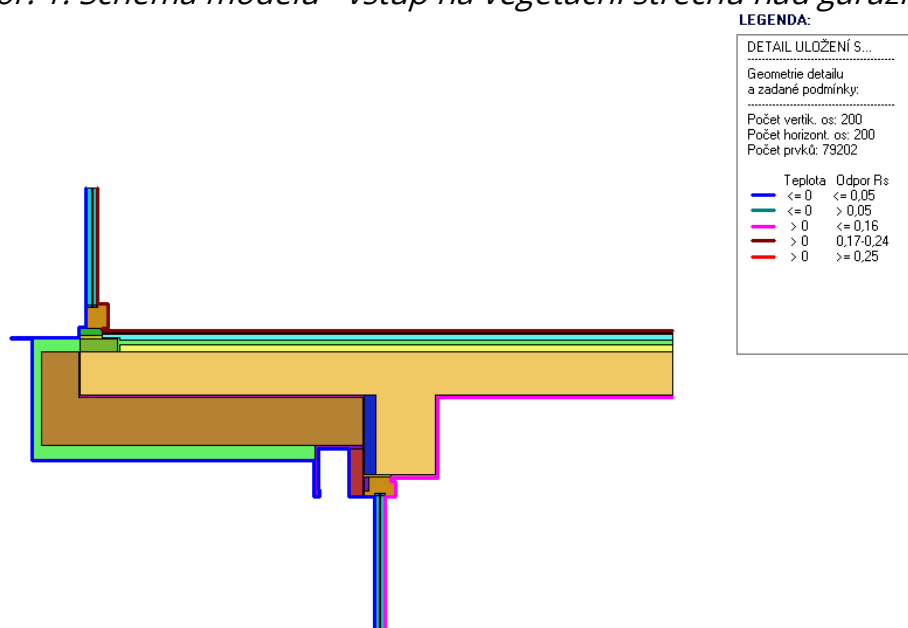
Označení	Rozměry	U_w	Požadované hodnoty $U_{N,20}$ [W/(m ² ·K)]	Vyhodnocení
	[m]	[W/(m ² ·K)]		
OT01	0,75 x 1,25	0,66	1,50	Vyhovuje
OT02	1,00 x 1,25	0,64	1,50	Vyhovuje
OT03	1,75 x 2,15	0,59	1,50	Vyhovuje
OT04	1,25 x 1,25	0,62	1,50	Vyhovuje
OT05	2,50 x 2,15	0,57	1,50	Vyhovuje
OT06	1,25 x 0,75	0,66	1,50	Vyhovuje
OT07	2,00 x 1,25	0,60	1,50	Vyhovuje
OT08	2,00 x 2,15	0,58	1,50	Vyhovuje
OT09	1,67 x 2,15	0,59	1,50	Vyhovuje
OT10	0,80 x 1,17	0,66	1,50	Vyhovuje
OT11	1,16 x 2,15	0,61	1,50	Vyhovuje
OT12	3,54 x 2,15	0,56	1,50	Vyhovuje
OT13	2,92 x 2,15	0,57	1,50	Vyhovuje
OT14	2,92 x 2,15	0,57	1,50	Vyhovuje
OT15	2,29 x 2,15	0,58	1,50	Vyhovuje
OT16	1,16 x 1,17	0,63	1,50	Vyhovuje
OT17	2,29 x 1,83	0,58	1,50	Vyhovuje
OT18	2,29 x 2,18	0,57	1,50	Vyhovuje
OT19	1,67 x 2,18	0,59	1,50	Vyhovuje
OT20	2,29 x 2,18	0,57	1,50	Vyhovuje

Tab. 13: Posouzení dveří na požadovanou hodnotu $U_{N,20}$

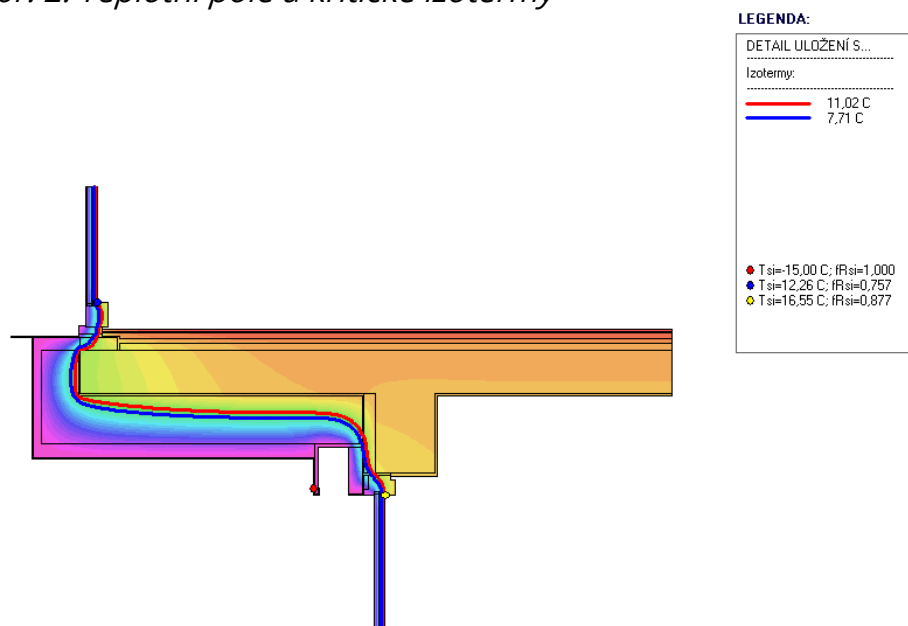
OZNAČENÍ	ROZMĚRY	U_D	Požadované hodnoty $U_{N,20}$ [W/(m ² ·K)]	Vyhodnocení
	[m]	[W/(m ² ·K)]		
DO01	1,60 x 1,50	0,70	1,70	Vyhovuje
DO02	1,10 x 1,50	0,75	1,70	Vyhovuje

-Posouzení kritických detailů ve 2D teplotním poli - AREA 2017:
Detail č. 1 - Detail u vstupu na balkon v 2.NP

Obr. 1: Schéma modelu - vstup na vegetační střechu nad garáží



Obr. 2: Teplotní pole a kritické izotermy



Hodnocení:

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,749$

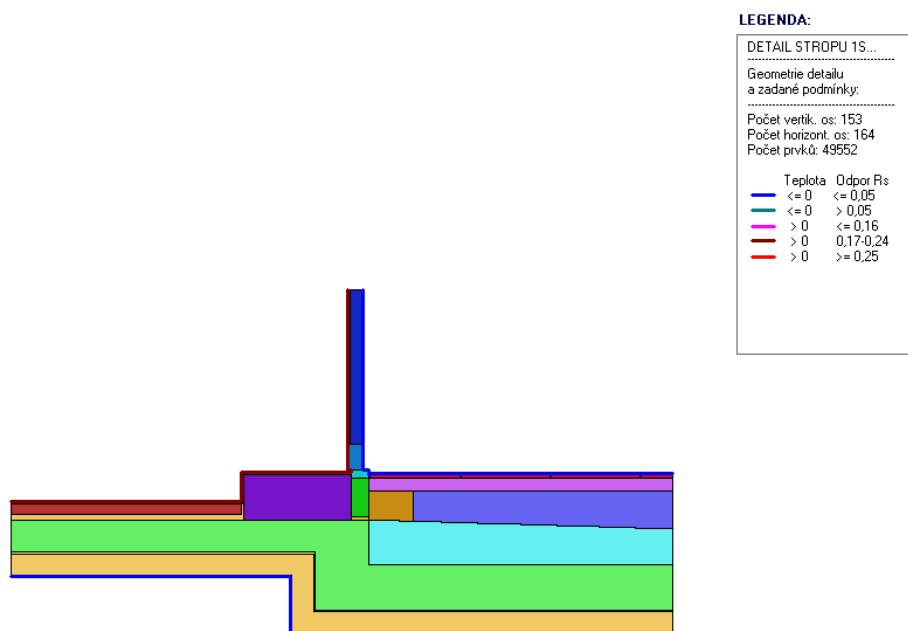
Vypočtená hodnota: $f_{Rsi} = 0,877$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

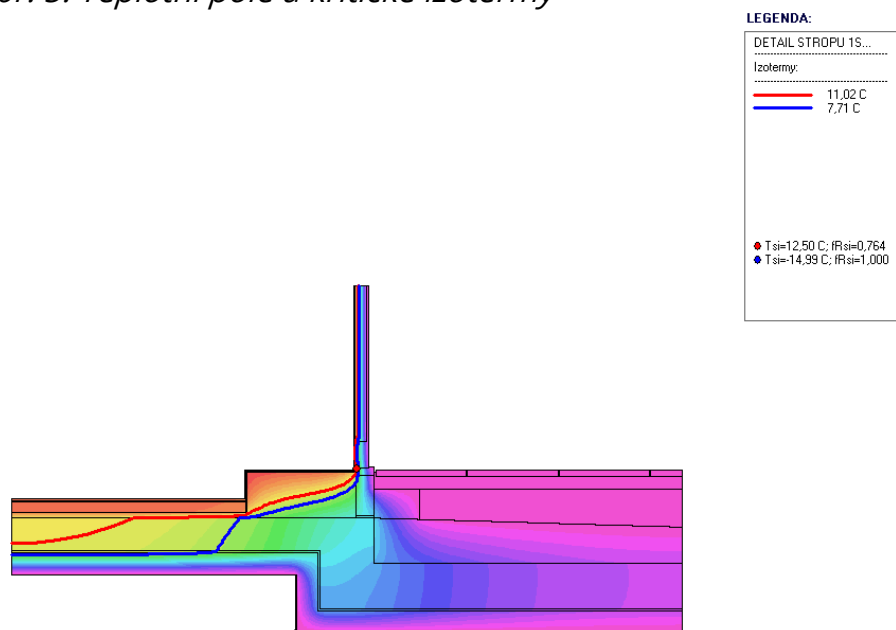
$f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN

Detail č.2 - Detail stropu 1.S, vstup na terasu

Obr. 4: Schéma modelu - vstup na vegetační střechu nad garáží



Obr. 5: Teplotní pole a kritické izotermy



Hodnocení:

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,749$

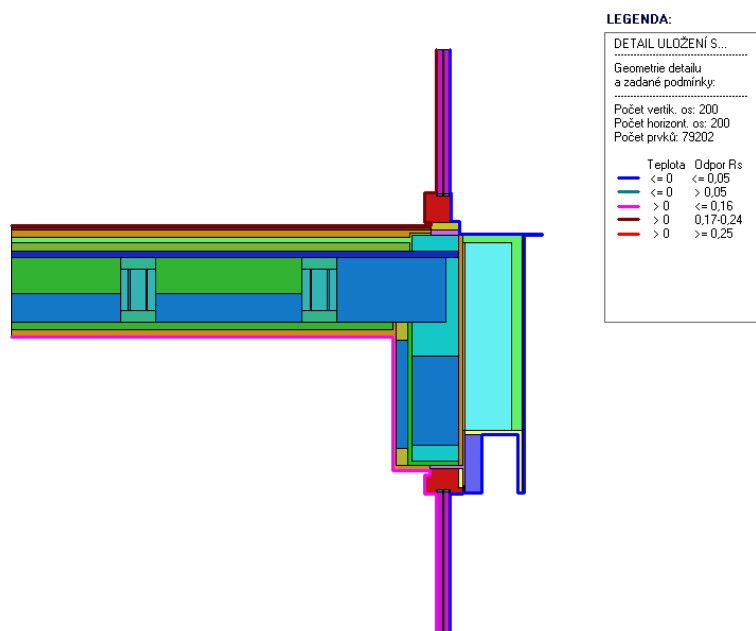
Vypočtená hodnota: $f_{Rsi} = 0,764$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

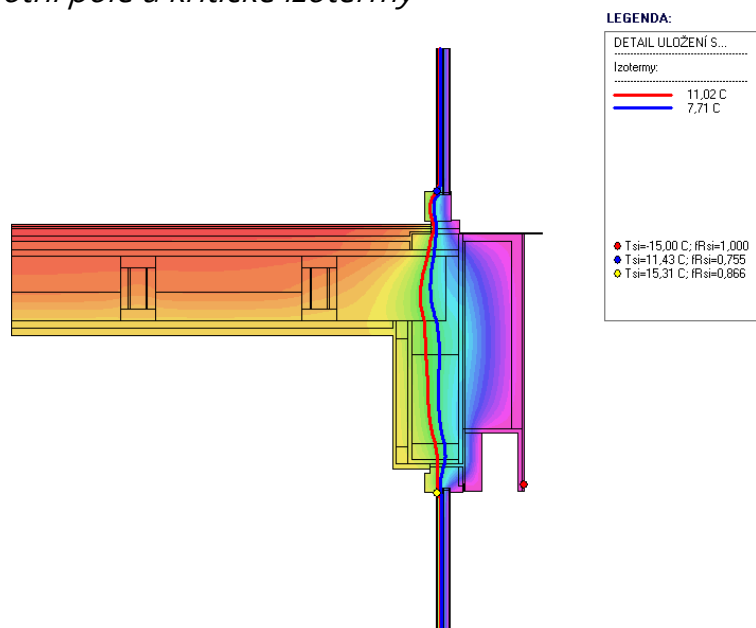
$f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Detail č.3 - Detail uložení stropu 2.NP, vstup balkon

Obr. 4: Schéma modelu - uložení stropu 2.NP, vstup na balkon



Obr. 5: Teplotní pole a kritické izotermy



Hodnocení:

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,744$

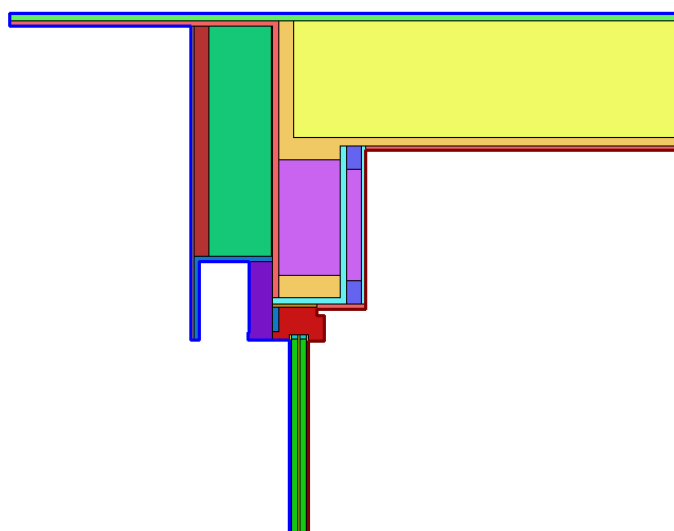
Vypočtená hodnota: $f_{Rsi} = 0,755$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

$f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Detail č.4 - Detail uložení střechy

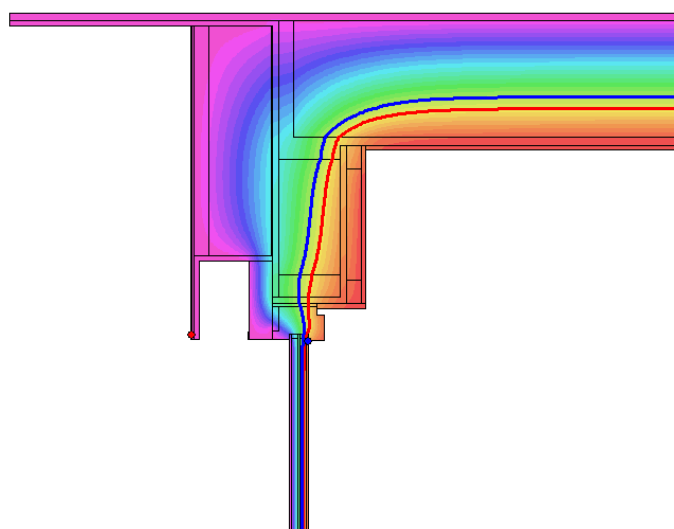
Obr. 4: Schéma modelu - uložení střechy



LEGENDA:

DETAIL ULOŽENÍ S...			
Geometrie detailu a zadání podmínky:			
Počet vertik. os: 200			
Počet horizont. os: 200			
Počet prvků: 79202			
Teplota	Odpor R _s		
≤ 0	≤ 0,05		
≤ 0	> 0,05		
> 0	≤ 0,16		
> 0	0,17-0,24		
> 0	> 0,25		

Obr. 5: Teplotní pole a kritické izotermy



LEGENDA:

DETAIL ULOŽENÍ S...	
Izotermy:	
11,02 C	
7,71 C	
• T _{si} =-15,00 C; f _{Rsi} =1,000	
• T _{si} =13,79 C; f _{Rsi} =0,800	

Hodnocení:

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,749$

Vypočtená hodnota: $f_{Rsi} = 0,764$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

$f_{Rsi} > f_{Rsi,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí

Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Tab. 14: Posouzení konstrukcí zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota M_c [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Požadovaná hodnota $M_{c,N}$ [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Vyhodnocení
SH01 - Podlaha 1.S - vytápěné schodiště	0,0191	0,1000	Vyhovuje
SH02 - Podlaha 1.S - nevytápěné postory	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH07 - Podlaha 1.NP - koberec	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH08 - Podlaha 1.NP - keramická dlažba	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH14 - Podlaha 2.NP přilehlá k exteriéru	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH17 - Střecha 3 .NP	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH19 - Střecha 4 .NP	0,0103	0,1000	Vyhovuje
SS01 - Obvodová stěna schodiště v 1.S - přilehlá k zemině	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS02 - Obvodová stěna 1.S - přilehlá k zemině	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS03 - Obvodová stěna - soklová část	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS05 - Stěna schodiště v 1.S - k nevytápěným prostorům	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS06 - Obvodová stěna schodiště	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS07 - Obvodová stěna 1.NP	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS08 - Obvodová stěna 2.NP-4.NP	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS09 - Obvodová stěna 4.NP - odvětrávaná fasáda	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry

Tab. 15: Posouzení roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry

Posuzovaná konstrukce	Zkondenzované množství vodní páry M_c [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Vypařitelné množství vodní páry M_{ev} [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Vyhodnocení
SH01 - Podlaha 1.S - vytápěné schodiště	0,0191	>0,0191	Vyhovuje
SH02 - Podlaha 1.S - nevytápěné postory	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH07 - Podlaha 1.NP - koberec	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH08 - Podlaha 1.NP - keramická dlažba	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH14 - Podlaha 2.NP přilehlá k exteriéru	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH17 - Střecha 3 .NP	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SH19 - Střecha 4 .NP	0,0103	8,4643	Vyhovuje
SS01 - Obvodová stěna schodiště v 1.S - přilehlá k zemině	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS02 - Obvodová stěna 1.S - přilehlá k zemině	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS03 - Obvodová stěna - soklová část	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS05 - Stěna schodiště v 1.S - k nevytápěným prostorům	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS06 - Obvodová stěna schodiště	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS07 - Obvodová stěna 1.NP	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS08 - Obvodová stěna 2.NP-4.NP	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
SS09 - Obvodová stěna 4.NP - odvětrávaná fasáda	nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje

Z výše uvedených hodnot vyplývá, že množství zkondenzované vody je mnohem menší než vypařitelné množství vody. Tyto drobné kondenzáty neohroží funkci konstrukce.

5.3.3 Tepelná stabilita místnosti

Výpočet tepelné stability v je doložený v příloze č. 8 - Posouzení nejvyšší denní teploty v obytné místnosti. Ke stínění je použito venkovních žaluzií s automatickým motorickým ovládáním podle aktuálních podmínek okolního prostředí.

Maximální dovolená teplota: $\theta_{ai, \max, N} = 27,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Maximální vypočtená teplota: $\theta_{ai, \max} = 26,47 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Posouzení:

$\theta_{al, max} = 26,47 < \theta_{al, max, N} = 27,00$ [°C] - POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Posouzení tepelné stability v zimním období nebylo provedeno, protože v budova bude vytápěna nepřetržitě, bez otopných přestávek.

5.4 Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí

Montáž venkovních žaluzií bude provedena před montáží zateplovacího systému, žaluzie jsou zapuštěny do tepelné izolace. Před provedením zateplovacího systému musí být tyto stínící prvky namontovány a musí být zkontrolována jejich funkčnost (v případě manuálních žaluzií vyzkoušeny manuálně a v případě automatických žaluzií vyzkoušeny na slunce s montážní firmou, příp. elektrikáři).

5.5 Výpočet potřeb energie v objektu

Objem z vnějších rozměrů:	$V = 3138,6 \text{ m}^3$
Celková plocha obálky budovy:	$A = 1498,4 \text{ m}^2$
Celková energeticky vztažná plocha:	$A_e = 1029,2 \text{ m}^2$
Objemový faktor budovy A/V :	0,48
Vnitřní teplota:	$T_{im} = 20,0 \text{ °C}$

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (čl. 5.3)**Požadavek:**

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$: $0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$

Výsledek výpočtu:

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} : $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

Posouzení:

$U_{em} = 0,21 < U_{em,N} = 0,43$ [W/m²K] - POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Splnění požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla, pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie, dle vyhlášky 78/2013 Sb. je uvedeno v části příloze č. 5 – Energetický štítek obálky budovy.

Klasifikační třída prostupu tepla obálkou budovy (čl. C.2)

Klasifikační třída:	A
Slovní popis:	velmi úsporná
Klasifikační ukazatel CI:	0,49

Stanovení prostupu tepla obálky budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T : $319,2 \text{ W/K}$

Dodaná energie do budovy

Celková roční dodaná energie: 70,645 MWh/rok

Měrná dodaná energie: 69 kWh/(m²rok)

Neobnovitelná primární energie: 199,711 MWh/rok

Měrná dodaná energie: 194 kWh/(m²rok)

Energetická náročnost budovy je A - VELMI ÚSPORNÁ, toto je doloženo průkazem energetické náročnosti budovy. Splnění požadavku na dodanou neobnovitelnou primární energii, pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie, dle vyhlášky 78/2013 Sb., je uvedeno v příloze č. 6 – Průkaz energetické náročnosti budovy

6 Posouzení z hlediska akustiky a vibrací**6.1 Normativní požadavky****6.1.1 Urbanistická akustika****Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb**

Dle § 11 vyhlášky 272/2011 Sb., se hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku A LAeq,T (40 dB) a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době.

Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku A L_{Amax} (40dB) a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době.

Doba mezi 6.00 - 22.00 – korekce pro obytné místnosti 0 dB

Doba mezi 22.00 – 6.00 – korekce pro obytné místnosti -10 dB

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

Dle § 12 vyhlášky 272/2011 Sb., se hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku A LAeq,T (50 dB) a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době. Korekce pro chráněný venkovní prostor stavby a chráněný venkovní prostor +5 dB.

6.1.2 Akustika stavebních konstrukcí

Požadavky na zvukově izolační vlastnosti mezi místnostmi

-Vzduchová neprůzvučnost:

Vážené hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi se určují vážením podle ČSN EN ISO 717-1 z třetino-oktávových hodnot veličin. Tyto hodnoty lze změřit podle ČSN EN ISO 140-4 a hodnoty nesmějí být menší než hodnoty uvedené v tabulce č. 18. U vnitřních dveří se lze pro změření hodnot postupovat podle normy ČSN EN ISO 140-3.

Při posuzování užíváme těchto veličin:

- R'_w -vážená stavební neprůzvučnost pro místnosti se společnou celou plochou stěny, příčky nebo stropu
 R_w -vážená laboratorní neprůzvučnost
 $D_{nT,w}$ -vážený normalizovaný rozdíl hladin pro místnosti, které nemají společnou dělicí konstrukci

Místností, které budou mít společnou pouze část dělicí konstrukce, menší než je plocha příslušné stěny, příčky nebo stropu při pohledu z vysílací nebo přijímací místnosti, musí požadavek stanovený v tabulce č. 18 splňovat alespoň jedna z vážených hodnot $D_{nT,w}$ nebo R'_w .

Pro váženou stavební neprůzvučnost R'_w a váženou laboratorní neprůzvučnost R_w je posouzení následující.

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$R'_w \geq R'_{w,pož}$$

- kde: k_1 - korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku
 $k_1 = 2 \text{ dB}$ - základní hodnota platná pro všechny dělicí konstrukce v masivních nebo montovaných panelových stavbách z klasických materiálů (cihla, beton)
 $k_1 = 2 - 5 \text{ dB}$ - hodnota pro těžké dělicí konstrukce ve skeletových stavbách
 $k_1 = 4 - 8 \text{ dB}$ - hodnota pro lehké dělicí konstrukce ve skeletových, ocelových nebo dřevěných stavbách

-Kročejová neprůzvučnost:

Vážené normalizované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku se určují podle ČSN EN ISO 717-2 z třetino-oktávových hladin veličin. Tyto veličiny lze změřit dle ČSN EN ISO 140-7.

Změřené hodnoty nesmí v chráněných prostorech budov překročit nejvýše přípustné hodnoty stanovené v tabulce č. 18:

Při posuzování užíváme těchto veličin:

- $L'_{n,w}$ -vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku pro místnosti se společnou celou plochou stropu se zkoušenou podlahou
- $L'_{n,Tw}$ -vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{n,w}$, pro místnosti se společnou celou plochou stropu se zkoušenou podlahou

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2$$

$$L'_{n,w} \leq L'_{n,w, pož}$$

kde: $k_2 = 0 - 2$ dB -závisí na vedlejších cestách šíření zvuku, např. strop spirall apod.

$k_2 = 0 - 1$ dB -závisí na vedlejších cestách šíření zvuku, např. železobetonový strop

U místností, kde zkoušená podlaha je součástí společné části stropu, která je menší, než je plocha stropu při pohledu z přijímací místnosti, musí požadavek stanovený v tabulce č. 18 splňovat alespoň jednu z vážených hladin $L'_{n,w}$ nebo $L'_{n,Tw}$. Požadavky platí pro kročejovou neprůzvučnost ve směru šíření kročejového zvuku.

Tab. 16: Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách dle ČSN 73 0532:2010

Chráněný prostor (přijímací)					
Položka	Hlučný prostor (vysílací)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		R'w, DnT,w, [dB]	L'n,w [dB]	R'w, DnT,w, [dB]	Rw [dB]
A. Bytové domy (kromě rodinných domů) – Jedna obytná místnost vícepokojového bytu					
1	Všechny ostatní místnosti téhož bytu, pokud nejsou funkční součástí chráněného prostoru	4 2	68	42	-
B. Bytové domy – Byt					
2	Všechny místnosti druhých bytů	5 2	58	52	-
3	Veřejně používané prostory domu(schodiště, vestibuly, chodby, terasy)	5 2	58	52	32

4	Veřejně nepoužívané prostory domu(napr. půdy)	4 7	63	47	-
5	Průchody, podchody	5 2	53	52	32
6	Průjezdy, podjezdy.garáže	5 7	48	57	-
7	Provozovny s hlukem $L_{A,max} \leq 85$ dB s provozem nejvýše do 22.00 h	5 7	53	57	-
8	Provozovny s hlukem $L_{A,max} \leq 85$ dB s provozem i po 22.00 h	6 2	48	62	-
9	Provozovny s hlukem $85 \text{ dB} < L_{A,max} \leq 95$ dB s provozem i po 22.00 h	7 2	38	-	-
G. Kanceláře a pracovny					
22	Kanceláře a pracovny	5 2	63	37	22
23	Pracovny se zvýšenými nároky na ochranu před hlukem	5 2	63	47	32

-Požadavky na zvukoizolační vlastnosti obvodových plášťů a jejich částí:

Vzduchová neprůzvučnost obvodových plášťů se hodnotí váženou neprůzvučností R'_{w} , $R'_{45^\circ,w}$, $R'_{tr,s,w}$ nebo $R'_{rt,s,w}$. Pro hodnocení ochrany místnosti před venkovním hlukem užíváme vážený rozdíl hladin $D_{nT,w}$, $D_{ls,2m,nT,w}$, $D_{tr,2m,nT,w}$ v závislosti na venkovním hluku. Ten vyjadřujeme ekvivalentní hladinou akustického tlaku $LA_{eq,2m}$. Výsledné hodnoty lze interpolovat. Hodnoty veličin určujeme dle ČSN EN ISO 717-1 z veličin v třetino-oktávových kmitočtových pásmech určených podle v ČSN EN ISO 140-5.

Tab. 17: Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov

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

prostoru	≤ 40 0	> 40 ≤ 45	> 45 ≤ 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48
Pokoje v hotelech a penzionech	30	30	30	33	38	43	
Nemocniční pokoje	30	30	33	38	43	48	(53)
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$ [dB] **)						
	≤ 50 0	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70	> 70 ≤ 75	> 75 ≤ 80
Operační sály	30	30	30	33	38	43	(48)
Lékařské vyšetřovny, ordinace	30	30	33	38	43	48	(53)
Přednáškové síně, učebny, pobytové místnosti škol, jeslí, MŠ	30	30	30	33	38		(43)
Společenské a jednací místnosti, kanceláře a pracovny			30	0	30	33	38

**) Jednočíselné vážené veličiny podle ČSN EN ISO 717-1, stanovené z veličin v třetino-oktávových*

pásmech definovaných v ČSN EN ISO 140-5

****) Ekvivalentní hladina akustického tlaku A určená 2 m před fasádou s přihlédnutím k 6.6.3 ČSN EN ISO 140-5, zaokrouhlená na celé číslo. $+xy,5$ se zaokrouhlí na $xy + 1$; další podrobnosti viz ČSN ISO 31-0*

-Okna:

Neprůzvučnost oken, dílců a částí obvodového pláště se hodnotí váženou

(laboratorní) neprůzvučností R_w , která se určuje z neprůzvučnosti v třetino-oktávových kmitočtových pásmech R , stanovenou v ČSN EN ISO 140-3 metodou podle ČSN EN ISO 717-1. Jestliže plocha oken zaujímá větší plochu než 50% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou neprůzvučnost okna R_w stanoven hodnotou uvedenou v tabulce č. 20. Jestliže plocha oken představuje 35% až 50% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou neprůzvučnost okna R_w o 3 dB nižší, než hodnota uvedená v tabulce č. 20; pro okna zaujímající menší plochu než 35% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti je požadavek na

váženou neprůzvučnost o 5 dB nižší, než jedno číselná hodnota uvedená v tabulce č. 20.

Poznámka:

Za plochu okna se považuje plocha okenního otvoru, tj. okno včetně rámu. Celková plocha obvodové konstrukce v místnosti je plocha obvodového pláště včetně oken při pohledu z místnosti. Snížení požadavku na neprůzvučnost okna odpovídající podílu plochy okna na ploše obvodové konstrukce je možno uplatňovat tehdy, jestliže vážená neprůzvučnost plné části obvodového pláště je alespoň o 10 dB vyšší než vážená neprůzvučnost okna.

Dle ČSN 73 0532:2010 se okna zařazují do tříd jakosti zvukové izolace (TZI). Okno příslušné třídy zvukové izolace (TZI) podle tabulky č. 20 vyhovuje na neprůzvučnost, jestliže minimální požadovaná interpolovaná vážená neprůzvučnost R_w stanovená pro příslušnou hladinu ekvivalentní hladinu akustického tlaku $LA_{eq,2m}$ venkovního hluku je v rozsahu vážených neprůzvučností.

Tab. 18: Třídy zvukové izolace oken

Třída (TZI)	0	1	2	3	4	5	6
R_w [dB]	≤ 24	25 až 29	30 až 34	35 až 39	40 až 44	45 až 49	≥ 50

6.1.3 Prostorová akustika

Požadavky na prostorovou akustiku jsou uvedeny v ČSN 730527 Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely.

Prostorová akustika hodnotí šíření zvuku v uzavřených prostorech a je důležitá zejména v místnostech, kde je důležité zajištění dostatečné srozumitelnosti řeči nebo hudby.

Prostorová akustika se řeší v prostorech pro:

- kulturní účely (sály divadel, kin, koncertní haly apod.)
- záznam zvuku (nahrávací studia, rozhlasová a televizní studia)
- školní výchovu (školní učebny, posluchárny, denní místnosti jeslí a mateřských škol, tělocvičny apod.)
- veřejné účely (sportovní haly, plavecké haly, nádražní a letištní haly, dvorany veřejných budov apod.)

Vedle uvedených prostorů je vhodné řešit prostorovou akustiku také tam, kde dochází ke shromáždění většího počtu lidí (restaurace a

jídelny, halové kanceláře) a také v některých průmyslových provozech, kde může správné řešení pohltivosti prostoru přispět ke snížení hluku v interiéru. Splnění požadavků se prokazuje měřením.

V daném objektu nejsou kladeny požadavky na prostorovou akustiku.

6.1.4 Doba dozvuku

Doba dozvuku je parametrem pro uzavřené prostory. Popisuje dobu, za kterou hladina akustického tlaku v místnosti po vypnutí zdroje poklesne o 60 dB.

Měření poklesu je možné provádět dvěma postupy:

- Metoda přerušného šumu - Zvukový signál je vytvářen všesměrovým reproduktorem. Metoda se uplatňuje především v menších prostorech jako jsou školní učebny, kanceláře apod.
- Metoda integrované impulsové odezvy - Zvukovým signálem pro měření je zvukový impulz jako např. výstřel z pistole. Metoda se uplatňuje především ve větších prostorech jako jsou tělocvičny, sportovní haly, společenské sály apod.

Oba uvedené postupy vychází z ČSN ISO 3382-2

V daném objektu nejsou kladeny požadavky na dobu dozvuku.

6.2 Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací

Zdroje hluku:

Schodiště

Z důvodu zamezení šíření kročejového hluku do okolních konstrukcí bude uložení schodiště provedeno do akustických pouzder s elastomerovými ložisky, která budou uložena a zabetonována v okolních svislých konstrukcích. Napojení schodišťových ramen na hlavní podestu bude provedeno pomocí ozubů, doplněných elastomerovými ložisky. Schodiště bude od okolních svislých konstrukcí dilatováno pružnou dilatační páskou.

Výtah

V objektu se nachází jeden osobní výtah od firmy KONE. Výtah je umístěn ve vlastní železobetonové šachtě a ta je dilatována pomocí 10 mm pružné izolace od schodiště. Výtah se nachází v prostoru schodiště a to se nenachází za stěnou sousedící vedle obytné místnosti, proto není nutné jinak řešit zamezení kročejového hluku.

6.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

Vyhodnocení dle ČSN 730532-2010, Z1-2014

Tab. 20: Zvukově izolační vlastnosti posuzovaných konstrukcí u obvodového pláště

Konstrukce	R'_{w} [dB]	k	k_1	k_2	$R'_{w,N}$ [dB]	Vyhodnocení
Výplně otvorů	39	-	-	-	30	Vyhovuje

Pozn. Třída zvukové izolace (TZI) u oken a dveří: 3

Tab. 21: Zvukově izolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí

Konstrukce	R'_{w} [dB]	L'_{w} [dB]	k	k_1	k_2	$R'_{w,N}$ [dB]	$L'_{w,N}$ [dB]	Vyhodnocení
SS11 - vnitřní nosná stěna 2.NP - 4.NP (akustická stěna mezi bytovými jednotkami)	68	-	-	8	-	53	-	Vyhovuje
SS12 - vnitřní nosná stěna 2.NP - 4.NP (akustická stěna mezi bytovými jednotkami)	51	-	-	8	-	42	-	Vyhovuje
SS13 - vnitřní nenosná stěna 2.NP - 4.NP (akustická stěna mezi bytovými jednotkami)	54	51	-	8	-	42	-	Vyhovuje
SH15 - strop 2.NP - 4.NP (laminátové dílce)	64	39	-	8	2	53	55	Vyhovuje
SH16 - strop 2.NP - 4.NP (keramická dlažba)	64	39	2	8	2	53	55	Vyhovuje

Pozn. Akustické vlastnosti jsou převzaty z akustického katalogu společnosti FERMACELL

7 Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění

7.1 Normativní požadavky

7.1.1 Požadavky na denní osvětlení budov

Ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí se musí v souladu s jejich funkcí co nejvíce využívat denního osvětlení. U ostatních vnitřních

prostorů se má denní osvětlení navrhovat tam, kde je to účelné a hospodárné (využití sluneční energie).

Denním osvětlením se musí vytvořit podmínky zdravé zrakové pohody a dobrého vidění pozorovaných předmětů, zabránit vzniku předčasné a nadměrné únavy a předejít možnosti úrazu podmíněného zhoršeným viděním.

Denní osvětlení vnitřních prostorů budov a jejich funkčně vymezených částí se navrhuje podle zrakových činností, pro které jsou určeny a kterým denní osvětlení slouží.

Požadavky na denní osvětlení vnitřních prostorů určených pro trvalý pobyt jsou stanoveny v ČSN 73 0580-1 prostřednictvím tříd zrakové činnosti. Pokud je vnitřní prostor určen pro více zrakových činností, musí splňovat požadavky pro ty zrakové činnosti, které mají největší požadavky na denní osvětlení.

Úroveň denního osvětlení v obytných místnostech

Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti D_{\min} , která musí být splněna ve všech kontrolních bodech v obytné místnosti je 0,5 %. Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti, pokud je požadována, je nejméně 2 %. V obytných místnostech, ve kterých se nepožaduje podle 3.9 ČSN 73 0580-1 splnění průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti, musí být ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn, hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,75 % a průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti z obou těchto bodů minimálně 0,9 %. V obytných místnostech s okny ve více stěnách má být hodnota činitele denní osvětlenosti v nejméně příznivém z těchto kontrolních bodů alespoň 1 %.

Tab. 22 Třídění zrakových činností a hodnoty činitele denní osvětlenosti

Třída zrakové činnosti	Charakteristika zrakové činnosti	Poměrná pozorovací vzdálenost	Příklady zrakových činností	Hodnota činitele denní osvětlenosti v %	
				Minimální D_{\min}	Průměrná D_m
I	mimořádně přesná	3330 a větší	Nejpřesnější zraková činnost s omezenou možností použití zvětšení, s požadavkem na vyloučení chyb v rozlišení,	3,5	10

			nejobtížnější kontrola		
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 až 1670	Přesná výroba a kontrola, rýsování, technické kreslení, obtížné laboratorní práce, náročné vyšetření, jemné šití, vyšívání	2	6
IV	středně přesná	500 až 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 až 500	Hrubší práce, manipulace s předměty a materiálem, konzumace jídla a obsluha, oddechové činnosti, základní a rekreační tělovýchova, čekání	1	3
VI	velmi hrubá	menší než 100	Udržování čistoty, sprchování a mytí, převlékání, chůze po komunikacích přístupných veřejnosti	0,5	2
VII	celková orientace	-	Chůze, doprava materiálu, skladování hrubého materiálu, celkový dohled	0,25	1

$$D_{\min} \geq D_{\min,N}$$

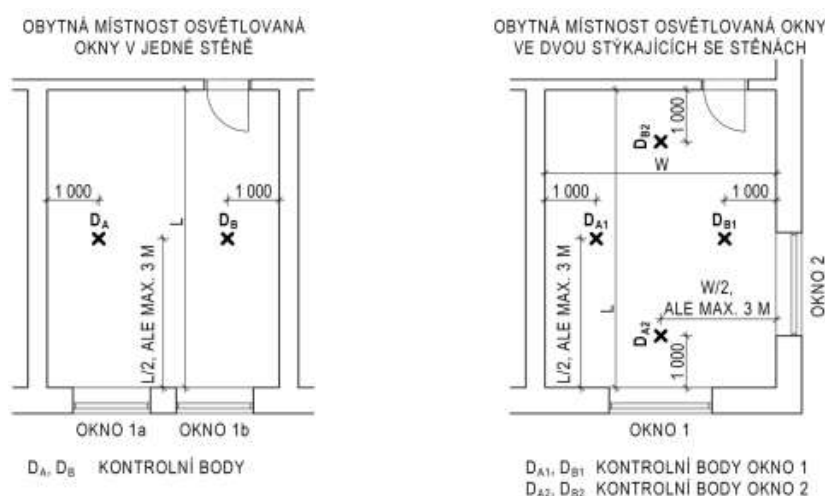
- kde: D_{\min} - minimální hodnota činitele denní osvětlenosti [%]
stanovená jako minimum z hodnot činitelů denní osvětlenosti v kontrolních bodech umístěných v pravidelné síti na vodorovné srovnávací rovině hodnoceného prostoru nebo v jeho funkčně vymezené části
- $D_{\min,N}$ - požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti [%]

Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti D_m [%] je aritmetickým průměrem hodnot činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech zvolené pravidelné sítě na vodorovné srovnávací rovině. (ČSN 73 0580-1, 2007)

$$D_m = \frac{\sum_{j=1}^n D_j}{n}$$

- kde: D_j - hodnota činitele denní osvětlenosti [%] v j-tém kontrolním bodě, kde $j = 1$ až n
- n - počet kontrolních bodů pravidelné sítě na vodorovné srovnávací rovině

Obr. 8: Umístění kontrolních bodů v obytné místnosti osvětlované dvěma okny ve stejné stěně (vlevo); umístění kontrolních bodů v obytné místnosti osvětlované dvěma okny ve stýkajících se stěnách (vpravo)



7.1.2 Požadavky z hlediska osvětlení a proslunění

Byt považujeme za prosluněný, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností. Do součtu podlahových ploch z jedné strany prosluněných obytných místností ani do součtu podlahových ploch všech obytných místností bytu se pro tento účel nezapočítávají části podlahových ploch obytných místností, které leží za hranicí hloubky rovné 2,3 násobku její světlé výšky.

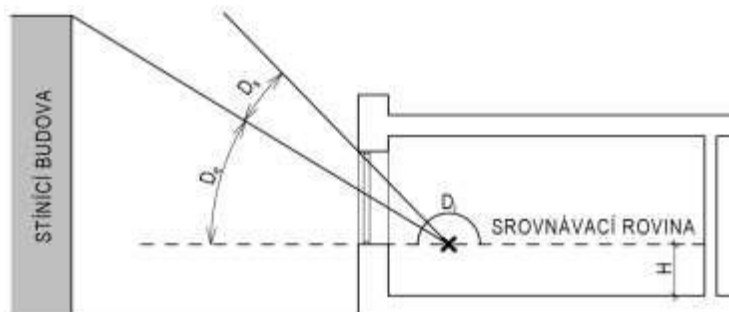
Vzhledem k neustálé proměnlivosti denního osvětlení se úroveň denního osvětlení hodnotí pomocí poměrné veličiny činitele denní osvětlenosti D [%], který se vypočte podle vzorce (10.3.1.1) za předpokladu venkovní situace charakteristické pro zimní období (ČSN 73 0580-1, 2007) s malým množstvím světla a při rovnoměrně zatažené obloze. Při stanovení činitele denní osvětlenosti se neuvažuje s orientací oken místnosti ke světovým stranám, neboť při rovnoměrně zatažené obloze je osvětlenost realizována pouze difúzní (oblohovou) složkou denního světla při nulové přímé složce slunečního světla.

$$D = \frac{E}{E_h} \cdot 100$$

kde: E -osvětlenost v kontrolním bodě [lx]
 E_h -osvětlenost venkovní vodorovné nezacloněné roviny [lx]
(ČSN 730580-1,2007)

Činitel denní osvětlenosti je součtem tří složek (viz obr. 10.3.1.1): oblohové složky D_s ; vnější odražené D_e ; vnitřní odražené D_i . Vnější odražená složka na vodorovné srovnávací rovině je nulová v případě, že obloha není zastíněna venkovní překážkou.(ČSN 73 0580-1, 2007)

Obr. 9: Složky činitele denní osvětlenosti (autor ČSN 73 0580-1, 2007)

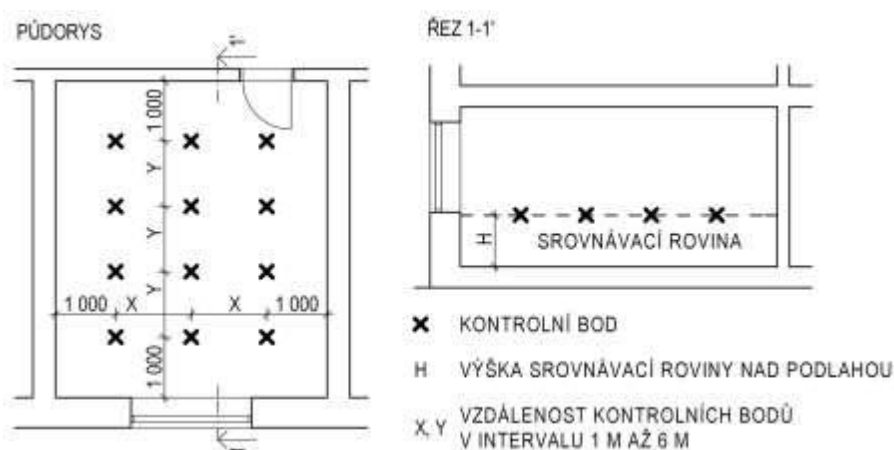


Hodnoty činitele denní osvětlenosti ve vnitřním prostoru se zjišťují v kontrolních bodech umístěných v pravidelné síti na vodorovné

srovnávací rovině, která je obvykle umístěna ve výšce 850 mm nad úrovní podlahy, pokud není vzhledem k funkci vnitřního prostoru stanovena jiná výška. Vzdálenost krajní řady kontrolních bodů od vnitřních povrchů stěn je 1 m. Vzájemná vzdálenost kontrolních bodů se v závislosti na velikosti a druhu vnitřního prostoru volí v rozmezí 1 m až 6 m tak, aby zjištěné hodnoty činitele denní osvětlenosti poskytovaly dostatečnou představu o průběhu denního osvětlení. (ČSN

73 0580-1, 2007) Hodnoty činitele denní osvětlenosti stanovené výpočtem nebo měřením se zaokrouhlují na jedno desetinné místo. (ČSN 73 0580-1, 2007; ČSN 73 0580-1 Z1, 2011)

Obr. 10: Umístění kontrolních bodů na vodorovné srovnávací rovině (autor ČSN 730580-1, 2007)



Rovnoměrnost denního osvětlení

Rovnoměrnost denního osvětlení u [-] se vypočte jako podíl minimální a maximální hodnoty činitele denní osvětlenosti, které jsou zjištěny v kontrolních bodech pravidelné sítě na vodorovné srovnávací rovině ve vnitřním prostoru nebo jeho funkčně vymezené části.

$$u = \frac{D_{min}}{D_{max}}$$

kde: u -rovnoměrnost denního osvětlení [-]
 D_{min} -minimální hodnota denní osvětlenosti [%]
 D_{max} -maximální hodnota denní osvětlenosti [%]

7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění

7.2.1 Osazení objektu

Objekt polyfunkčního domu je umístěn na volný pozemek nedaleko centra města Brna v městské části Brno - Pisárky, v katastrálním území Pisárky, na parcelách číslo 342/2, 342/3, 342/4, 342/10, vedených v katastru nemovitostí, jako ostatní plocha. Na pozemku se nenachází žádné stavby. Pozemek je ve svažitém terénu, na jihozápadním svahu, s přibližným největším převýšením 3,5 m.

Hlavní vstup do budovy je ze severovýchodní strany, z ulice Vinařská.

7.2.2 Charakteristika výplní otvorů

Výplně otvorů v obvodovém plášti budou dřevěné s izolačním trojsklem ($U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 60\%$), výplně budou v provedení pro zapuštění celé šířky profilu do tepelné izolace. Rám dřevěných oken je doplněn o tepelně-izolační profily pro zlepšení tepelně technických vlastností ($U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$). Spodní profil rámu je opatřený hliníkovou okapnicí v barvě RAL 8016 (tmavě hnědá).

Vstupní dveře do objektu budou dřevěné s izolačním trojsklem ($U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 60\%$), a izolační výplní ($U_g = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$), v dřevěném rámu ($U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Vnitřní vstupní dveře do administrativních a bytových jednotek budou bezpečnostní, osazené do ocelových dvou rámových (obložkových) zárubní. Dveře v suterénu a v kancelářských prostorách budou z dřevotřískové dutinové desky opláštěné CPL, tyto dveře budou osazeny do ocelových lisovaných zárubní. Vnitřní dveře v bytových jednotkách budou z dřevotřískové dutinové desky opláštěné CPL, tyto dveře budou osazeny do dřevěných obložkových zárubní.

Tepelně technické vlastnosti výplní jsou uvedeny v příloze č.2 - Hodnocení součinitele prostupu tepla průsvitných výplní.

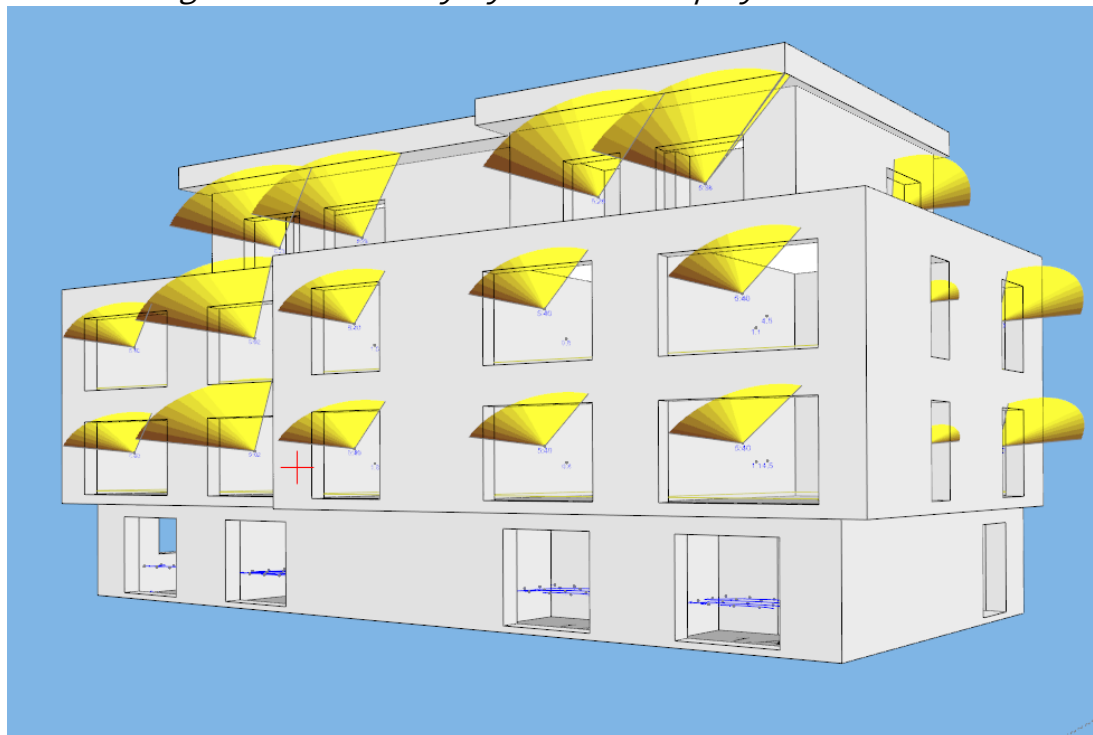
7.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

7.3.1 Doba proslunění u pobytových prostor

Objekt je navržený na volném pozemku umístěném ve svažitém terénu v jihozápadním svahu. Objekt není stíněn okolními budovami, v okolí objektu se nachází z jihovýchodní a severozápadní strany dvoupodlažní objekty, ze severovýchodní strany se nachází budovy s dvanácti nadzemními podlažími. Proslunění bylo počítáno pro všechny obytné místnosti v budově. V budově se nachází tři kritické místnosti, které mají výplně otvoru na severovýchodní stranu, tyto místnosti jsou

prosluněny po dobu 64 minut, ale požadavek na proslunění bytu je splněný, protože ostatní místnosti bytů jsou prosluněny déle.

Obr. 11: Diagram oslunění obytných místností polyfunkčního domu.



Tab. 23 Posouzení plochy proslunění bytových jednotek

Název	Prosluněná plocha
2 -.A - Byt	
Prosluněná plocha	50,3 / 64,4 m ²
2 -.B - Byt	
Prosluněná plocha	45,0 / 45,0 m ²
2 -.C - Byt	
Prosluněná plocha	39,1 / 39,1 m ²
3 -.A - Byt	
Prosluněná plocha	50,3 / 64,4 m ²
3 -.B - Byt	
Prosluněná plocha	45,0 / 45,0 m ²
3 -.C - Byt	
Prosluněná plocha	39,1 / 39,1 m ²
4 -.A - Byt	
Prosluněná plocha	19,3 / 32,8 m ²
4 -.B - Byt	
Prosluněná plocha	30,3 / 30,3 m ²

Tab. 24 Doba proslunění obytných místností

Název	Doba proslunění
2 -.A.1 - Místnost	
Proslunění	5:40 / 1:30
2 -.A.2 - Místnost	
Proslunění	5:02 / 1:30
2 -.A.3 - Místnost	
Proslunění	1:04 / 1:30
2 -.B.6 - Místnost	
Proslunění	6:40 / 1:30
2 -.B.5 - Místnost	
Proslunění	9:44 / 1:30
2 -.C.4 - Místnost	
Proslunění	5:40 / 1:30
2 -.C.3 - Místnost	
Proslunění	5:40 / 1:30
3 -.A.1 - Místnost	
Proslunění	5:40 / 1:30
3 -.A.2 - Místnost	
Proslunění	5:02 / 1:30
3 -.A.3 - Místnost	
Proslunění	1:04 / 1:30
3 -.B.6 - Místnost	
Proslunění	6:40 / 1:30
3 -.B.5 - Místnost	
Proslunění	9:44 / 1:30
3 -.C.4 - Místnost	
Proslunění	5:40 / 1:30
3 -.C.3 - Místnost	
Proslunění	5:40 / 1:30
4 -.A.1 - Místnost	
Proslunění	5:28 / 1:30
4 -.A.2 - Místnost	
Proslunění	1:04 / 1:30
4 -.B.1 - Místnost	
Proslunění	5:38 / 1:30
4 -.B.2 - Místnost	
Proslunění	6:40 / 1:30

7.3.2 Vyhodnocení provozu budovy

Navrhovaný objekt je navržen jako obytná budova s bočním osvětlením a musí splnit požadavky dle ČSN 73 0580-2. Pro ověření požadavků byly posouzeny všechny místnosti budovy. Kompletní výsledky z programu WDLS viz příloha č.10 - Hodnocení činitele denní osvětlenosti - WDLS

Tab. 25: Posouzení výsledků činitele denní osvětlenosti v místnostech

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
2 -.B.6 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,8 / 0,9 %	0,9 %	0,88
2 -.B.5 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	1,1 / 0,7 %	1,9 / 0,9 %	2,6 %	0,43
2 -.C.4 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,8 / 0,9 %	0,8 %	0,97
2 -.C.3 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	1,3 / 0,9 %	1,8 %	0,47
3 -.A.1 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	1,0 / 0,9 %	1,0 %	0,88
3 -.A.2 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	1,0 %	0,8
3 -.A.3 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,4 / 0,7 %	1,0 / 0,9 %	1,7 %	0,24
3 -.B.6 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,8 / 0,9 %	0,9 %	0,88
3 -.B.5 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	1,1 / 0,7 %	1,9 / 0,9 %	2,6 %	0,43
3 -.C.4 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,8 / 0,9 %	0,8 %	0,97
3 -.C.3 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	1,4 / 0,9 %	1,8 %	0,47
4 -.A.1 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	2,7 / 0,7 %	2,8 / 0,9 %	2,8 %	0,97
4 -.A.2 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	0,9 %	0,96
4 -.B.1 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	2,2 / 0,7 %	2,4 / 0,9 %	2,6 %	0,88
4 -.B.2 - Místnost				
Činitel denní osvětlenosti	1,8 / 0,7 %	1,9 / 0,9 %	1,9 %	0,98

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

Objekt je navržený na volném pozemku umístěném ve svažitém terénu v jihozápadním svahu. Objekt není stíněn okolními budovami, v okolí objektu se nachází z jihovýchodní a severozápadní strany dvoupodlažní objekty, ze severovýchodní strany se nachází budovy s dvanácti nadzemními podlažími. Proslunění bylo počítáno pro všechny obytné místnosti v budově.

Přestože má objekt navržené novostavby polyfunkčního domu má čtyři nadzemní podlaží, nebude stínit okolním stavbám, protože je od nich umístěný dostatečně daleko, viz výkres C.2 -Koordinační situační výkres.

8 Identifikace zpracovatele

Datum a místo zpracování: Šternberk, 9.1.2020

Jméno a příjmení: Bc. Petr Nejedlý

Podpis:

9 Seznam příloh

- Příloha č. 1 Skladby stavebních konstrukcí
- Příloha č. 2 Hodnocení součinitele prostupu tepla neprůsvitných konstrukcí - TEPLO 2017
- Příloha č. 3 Hodnocení součinitele prostupu tepla průsvitných konstrukcí
- Příloha č. 4 Posouzení detailů v 2D teplotním poli - AREA 2017
- Příloha č. 5 Energetický štítek obálky budovy - ENERGIE 2019
- Příloha č. 6 Průkaz energetické náročnosti budovy - ENERGIE 2019
- Příloha č. 7 Měrná potřeba tepla na vytápění - ENERGIE 2019
- Příloha č. 8 Posouzení nejvyšší denní teploty v obytné místnosti - SIMULACE 2018
- Příloha č. 9 Hodnocení proslunění obytných místností - SUNLIS
- Příloha č. 10 Hodnocení činitele denní osvětlenosti - WDLS