



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

NOVOSTAVBA POLYFUNKČNÍHO DOMU V BRNĚ - LÍŠNÍ

44/5000 THE NEWLY BUILT MULTIPURPOSE BUILDING IN BRNO - LIŠNÍ

**ZÁKLADNÍ POSOUZENÍ OBJEKTŮ Z HLEDISKA STAVEBNÍ
FYZIKY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Vejmělek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JINDŘICH SOBOTKA, Ph.D.

BRNO 2017

1 Identifikační údaje

1.1 Údaje o stavbě

a) název stavby,

- Novostavba polyfunkčního domu v Brně – Líšni

b) místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků),

- ulice Zikova, městská část Brno-Líšeň, Brno 628 00
- katastrální území Líšeň [612405]
- obec Brno [582786]
- parcelní číslo pozemku 8362/6

c) předmět projektové dokumentace

Předmětem projektové dokumentace je návrh novostavby polyfunkčního domu v Brně-Líšni, který sdružuje několik funkcí. V objektu se bude nacházet stravovací zařízení, zdravotnické zařízení, administrativní celek a také bude plnit funkci bydlení. Součástí návrhu je také napojení na technickou a dopravní infrastrukturu, včetně vybudování parkovací plochy a přilehlé parkové plochy.

d) údaje o stavebníkovi

StavaLux s.r.o., Molákova 1, Brno 628 00, DIČ: CZ12345678

1.2 Charakteristika objektu

Objekt je navržen jako podsklepený, se třemi nadzemními podlažími, částečně zapuštěn do přilehlého svažitého terénu. Půdorysně má objekt tvar písmene L, tak aby pomyslně kopíroval přilehlou komunikaci a odděloval ji tak, od zbytku pozemku, kde bude vytvořen menší park. Druhé a třetí nadzemní podlaží se nachází pouze nad delší stranou půdorysného tvaru L a tvoří tak hmotnější kvádr orientovaný směrem na jih. Obě střechy jsou řešeny jako ploché vegetační, s extenzivní zazeleněním. Objekt je založen na monolitických základových pasech z betonu a monolitických železobetonových patkách. Svislé nosné konstrukce jsou vyžděny z vápenopískových zdících bloků, v suterénu v kombinaci s železobetonovými sloupy. Stropní konstrukce jsou z prefabrikovaných předepjatých panelů, průvlaky, schodišťová ramena, podesty a výtahová šachta jsou monolitické železobetonové. Provětrávaná fasáda bude zateplena

minerálními deskami a oplášťena cementovláknitými deskami v tmavě šedém odstínu. Soklová část bude zateplena pěnovým polystyrenem a omítnuta mozaikovitou omítkou světle šedé barvy. Výplně otvorů budou plastové v odstínech šedé barvy, popř. oplášťené hliníkovými profily, taktéž v šedých odstínech.

V podzemní podlaží je umístěna především hromadná garáž s 24 parkovacími místy pro osobní automobily, z tohoto počtu jsou 2 místa určena pro parkování osob s omezenou schopností pohybu a orientace. Dále se v podzemní podlaží nachází 4 sklepní kóje pro byty umístěné ve třetím nadzemní podlaží objektu. Součástí podzemních garáží je také sklad pro údržbu objektu, místnost pro uskladnění jízdních kol a kočárků a technická místnost.

V první nadzemní podlaží, tvořící kratší část budovy půdorysného tvaru L, je umístěno restaurační zařízení včetně technického zázemí, zázemí pro personál a terasy. V delší části objektu půdorysného tvaru L, je umístěno zdravotnické zařízení, které je tvořeno 6 ordinacemi, čekárnou s hygienickým zařízením pro pacienty, zázemím pro lékaře a technickým zázemím.

Druhé nadzemní podlaží je již pouze nad delší stranou půdorysného tvaru písmene L a jsou zde umístěny nebytové prostory tvořené 8 kancelářemi, 2 zasedacími místnostmi, hygienickým a technickým zázemím.

Ve třetím nadzemní podlaží kopírující druhé podlaží, jsou umístěny 4 byty. Jsou rozmístěny po dvojicích, tak že v levé části je byt 3+kk a 4+kk, přístupné samostatným schodištěm a výtahem. Obdobně je řešena druhé dvojice bytů v pravé části objektu.

1.3 Konstruktivní řešení

- Zemní práce

Před zahájením výkopových prací bude v celé ploše sejmuta ornice v tloušťce 200 mm a uložena na pozemku stavebníka k pozdějšímu využití při finálních terénních úpravách. Následně proběhne vyhloubení stavební jámy a rýh pro základové konstrukce a následnou výstavbu suterénu. Výkopové práce pro přípojky inženýrských sítí budou vyspádovány směrem od objektu. V průběhu výkopových prací je nutné chránit základovou spáru proti mechanickému poškození. Stavba bude vytyčena pomocí laviček a bude určen výškový bod, od kterého se budou určovat ostatní příslušné výšky.

- Základové konstrukce

Základové konstrukce jsou tvořeny základovými pasy z prostého betonu C 20/25 o rozměrech 0,5×0,8 m pod obvodovou stěnou a o rozměrech 0,8×0,8 m pod vnitřní nosnou stěnou. Základové konstrukce pod sloupy jsou tvořeny železobetonovými dvoustupňovými patkami z betonu C 25/30 a oceli B 500 B, o rozměrech 2,6×2,6 m (1,5×1,5 m druhý stupeň). Základová spára leží v hloubce 1,25 m pod přilehlým terénem (v nejkritičtějším místě). Podkladní beton C 20/25 má tloušťku 200 mm a je do něj vložena 2× ocelová svařovaná KARI síť 150/6-150/6 (při spodním a horním povrchu). Výtahové šachty jsou založeny na železobetonových deskách z betonu C 25/30 a oceli B 500 B, o tloušťce 300 mm. Před betonáží bude do základových pasů vložen zemní pás z pozinkované oceli.

- Svislé nosné konstrukce

Svislé nosné konstrukce stěnové jsou z vápenopískových zdících bloků o rozměrech 248×240×248 mm, vyzděných na vysokopevnostní lepidlo tloušťky 2 mm. Pro založení zdiva je využito speciálních bloků typu Therm se zlepšenými tepelně-technickými vlastnostmi, založenými na zakládací maltu tloušťky 12 mm. Svislé nosné konstrukce tyčové jsou železobetonové sloupy z betonu C 25/30 a oceli B 500 B, o rozměrech 0,35×0,35 m.

- Příčky

Příčky jsou v objektu z vápenopískových příčkových o rozměrech 248×115×248 mm a 248×200×248 mm, vyzděných na vysokopevnostní lepidlo tloušťky 2 mm.

- Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce je tvořena železobetonovými prefabrikovanými dutinovými panely tloušťky 200 mm, uloženými na železobetonové ztužující věnce, popř. na železobetonové průvlaky. Zálivka spár musí být provedena před zatížením dílců, zálivkový beton pevnosti C 20/25 s velikostí zrn max. 8 mm, měkká konzistence s plastifikátorem. Zálivková výztuž průběžná o průměru min. 10 mm osazené v úrovni podélné drážky (polohu je možné zajistit háky), výztuž musí být kotvena do věnců.

Stropní konstrukce nad schodišťovými věžemi a hlavní podesty jsou tvořeny železobetonovými deskami z betonu C 20/25 a oceli B 500 B, tloušťky 200 mm. Stropní konstrukce pod ustupující konstrukcí lodžie je tvořena železobetonovou deskou z betonu C 20/25 a oceli B 500 B, tloušťky 150 mm.

Železobetonové ztužující věnce jsou z betonu C 20/25 a oceli B 500 B, o rozměrech 0,24×0,25 m. Železobetonové průvlaky jsou z betonu C 20/25 a oceli B 500 B, o rozměrech 0,25×0,45 m.

- Výtahové šachty

Výtahové šachty jsou tvořeny čtyřmi železobetonovými stěnami tloušťky 200 mm z betonu C 25/30 a oceli B 500 B. Pro zabránění přenosu vibrací je využito akustických prvků (viz Akustické izolace).

- Schodiště

Schodiště jsou monolitická železobetonová z betonu C 20/25 a oceli B 500 B. Schodišťová ramena S1 a S2 jsou desky 1× zalomené uložené ve zdivu a vetknuté do podestových nosníků. Schodišťová ramena S3 jsou desky vetknuté do schodišťových ramen S1 a S2. Pro zabránění přenosu vibrací je využito akustických prvků pro schodiště (viz Akustické izolace).

- Střešní konstrukce

Objekt je zastřešen plochými jednoplášťovými střechami, řešenými jako vegetační s extenzivním zazeleněním. Nosnou konstrukci střechy tvoří stropní konstrukce nad 3. nadzemní podlaží. Parozábrana je z modifikovaného asfaltového pásu tloušťky 4 mm. Spádová vrstva je tvořena spádovými klíny z pěnového polystyrenu ve spádu 3 %. Zateplení tvoří kombinace tepelně izolačních desek z pěnového polystyrenu tloušťky 140 mm a desek z extrudovaného polystyrenu tloušťky 100 mm. Hydroizolaci tvoří hydroizolační fólie tloušťky 1,5 mm, přitížená násypem zeminy v min. tloušťce 100 mm.

- Výplně otvorů

Okenní výplně jsou typu otevíravé a sklopné (jednokřídlové, dvoukřídlové) třídy A, se součinitelem prostupu oknem $U_w = 0,89 \text{ W/m}^2\text{K}$. Plastový rám a křídlo je 7 komorový s pozinkovanými výztuhami, zaskleny izolačním trojsklem 4-12-4-12-4. Okenní výplně jsou osazeny tzv. předsazenou montáží pomocí montážních hranolů z tvrzeného polystyrenu. Vnější dveře jsou jednokřídlové otevíravé (s bočními světlíky), třídy A, se součinitelem prostupu oknem $U_d = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Plastový rám je 7 komorový a křídlo je 5 komorové s pozinkovanými výztuhami, částečně zaskleny izolačním bezpečnostním trojsklem 4-12-4-12-4 a krycím hliníkovým profilem osazeným z exteriérové strany. Dveře vedoucí na lodžie bytů jsou zdvižně posuvné, třídy A, se součinitelem prostupu tepla $U_d = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Plastový rám je 7 komorový a křídlo je 5 komorové s pozinkovanými výztuhami, zaskleny izolačním bezpečnostním trojsklem 4-12-4-12-4. Sekční garážová vrata jsou složena z vertikálních sendvičových panelů, se součinitelem prostupu tepla $U = 1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ a mají elektrický pohon.

Vnitřní dveře především v suterénu a dále při vstupu do schodišťového prostoru a při vstupu do administrativního celku jsou plastové. Ostatní vnitřní dveře jsou dřevěné dýhované (v bytech) a dřevěné laminátové. Rám dřevěných vnitřních dveří je z masivního dřeva s výplní z odlehčených DTD desek. Podrobnější specifikace vnitřních dveří viz Výpis dveří.

- Tepelní izolace

Svislé nosné konstrukce jsou nad terénem zatepleny tepelně izolačními deskami z čedičové vlny s podélnou orientací vláken tloušťky 200 mm ($\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$). Svislé nosné konstrukce pod terénem a v oblasti soklu jsou zatepleny tepelně izolačními deskami z extrudovaného polystyrenu XPS 300 tloušťky 150 mm ($\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$). Podlahová konstrukce v suterénu je zateplena tepelně izolačními deskami z extrudovaného polystyrenu XPS 500 v tloušťce 80 mm ($\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$). Strop v suterénu je zateplen tepelně izolačními deskami z čedičové vlny s podélnou orientací vláken o tloušťce 60 mm ($\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$). Střešní konstrukce nad 3. nadzemní podlažím a nad 1. nadzemní podlažím je zateplena tepelně izolačními deskami pěnového polystyrenu EPS 150 S tloušťky 140 mm a 20 mm spádových klínu ze stejného materiálu ($\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$). Svislé konstrukce vystupující nad rovinu střechy jsou zatepleny tepelně izolačními deskami z pěnového polystyrenu XPS 100 tloušťky 100 mm, popř. 180 mm ($\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$).

- Akustické izolace

Akustické izolace v podlahách je tvořena izolačními deskami pro útlum kročejového hluku z pěnového polystyrenu s uzavřenou buněčnou strukturou v tloušťce 40 mm ($\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$, $s' = 10 \text{ MN/m}^3$), tato izolace je doplněna o obvodové pásy tl. 10 mm.

Pro zamezení šíření hluku a vibrací z výtahové šachty je využito zvukově izolačních spárových desek HTPL z pěnového materiálu, které jsou vlepeny po obvod schodišťové šachty. Jednotlivá schodišťová ramena jsou uložena v nosných stěnách pomocí zvukově izolačních boxů HBB z pryže s bi-trapézovým ložiskem pro monolitická schodišťová ramena a podesty, tak aby bylo zamezeno přenosu kročejového hluku do okolních konstrukcí. Schodišťová ramena jsou napojena do hlavní podestové desky d1 pomocí zvukově izolačního prvku HTT, který je tvořen

výztuží navařenou na pozinkovaný ocelový plech, minerální izolací a elastomerovým ložiskem.

- Hydroizolace, izolace proti radonu

Hydroizolační a protiradonovou vrstvu spodní stavby (vodorovné i svislé plochy) tvoří 2× asfaltový SBS modifikovaný pás tloušťky 4 mm. Spodní asfaltový pás je vyztužen vložkou z PE rohože, horní povrch je opatřen minerálním posypem. Horní pás je vyztužen vložkou ze skelné tkaniny a horní povrch má opatřen minerálním posypem.

Hydroizolační vrstvu ploché střechy tvoří hydroizolační fólie z PVC-P s výztužnou skelnou rohoží. Fólie je určena pro střechy stabilizované přitížením a má zvýšenou odolnost proti prorůstání kořenů. Parotěsnou vrstvu ploché střechy tvoří SBS modifikovaný asfaltový pás tloušťky 4 mm s výztužnou vložkou z hliníkové fólie a s minerálním posypem na horním povrchu ($\mu=370000$)

Hydroizolační a vzduchotěsnicí vrstvu provětrávané fasády tvoří kontaktní difuzní PE fólie lehkého typu ($\mu=166$).

- Nášlapné vrstvy podlah

Nášlapné vrstvy podlah jsou navrženy tak, aby odpovídali specifickým požadavkům jednotlivých provozů. V celém objektu se vyskytuje několik druhů nášlapných vrstev, především keramická slinutá dlažba, vinylové dílce, PVC dílce, PVC krytina. V garáži je pojezdová vrstva tvořena železobetonovou deskou s hydrofobním vsypem. Umístění jednotlivých nášlapných vrstev a jejich specifikace viz Výpis skladeb.

- Podhledy

V každém nadzemním podlaží jsou podhledy tvořené nosným ocelovým roštem a sádrokartonovými deskami. Jeden typ podhledové konstrukce je tvořen jednoúrovňovým roštem z profilů R-CD, zavěšených na závěsy typ Nonius a je opláštěn sádrokartonovými deskami ve dvou vrstvách s přetmelením stupně jakosti Q3. Druhý typ podhledu je kazetový, který tvoří dvouúrovňový křížový rošt z T profilů, zavěšených na závěsech typu Nonius. Opláštění tvoří samostatné kazety s tvarem hrany D1 o rozměrech 600×600×12,5 mm.

- Malby, nátěry a obklady

Většina vnitřních omítek je opatřena interiérovou disperzní barvou v odstínu dle místnosti. Především v koupelnách, šatnách, kuchyních, na WC apod. jsou vnitřní keramické obklady.

- Truhlářské výrobky

Jedná se především o zárubně, které jsou dřevěné obložkové. Budou součástí dodávky dveřních výplní. Další položkou jsou parapetní desky, které jsou z dřevotřískových desek a madla zábradlí z masivního dřeva. Vestavěné skříně a kuchyňské linky jsou pouze orientační a budou dle požadavku stavebníka specifikovány.

- Zámečnické, klempířské a doplňkové prvky

Podrobně specifikovány ve Výpisech jednotlivých prvků, neboť se jedná o specifické výrobky, které se liší umístěním a požadovaným vlastnostmi.

1.4 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru

Objekt se nachází v Jihomoravském kraji, v okrese Brno-město, s průměrnou nadmořskou výškou 280 m n. m. Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15,0\text{ °C}$. Vnitřní návrhové teploty byly navrženy pro dle účelu místností takto: obytné místnosti, chodby v bytech, kanceláře, restaurační provoz $+20\text{ °C}$; koupelny, WC, šatny a ordinace $+24\text{ °C}$. Pro schodišťové prostory se uvažuje s výpočtovou teplotou $+10\text{ °C}$. Pro kolárny a sklad v suterénu je stanovena teplota $+15\text{ °C}$. Hromadné garáže byly uvažovány jako nevytápěné, nezámrzné, temperované na teplotu $+5\text{ °C}$. Teplota zeminy pod nezámrznou hloubkou se uvažuje $+5\text{ °C}$. Celou budovu při výpočtu uvažujeme jako nízkoenergetickou, vytápěnou ústředním vytápěním, a proto k jednotlivým teplotám nepřidáváme bezpečnostní přírážku Δt .

Návrhové parametry venkovního prostředí:

Obec/místo: Brno

Nadmořská výška: 280 m. n. m.

Teplotní oblast: 2

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období: $\theta_e = -15,0\text{ °C}$

Relativní vlhkost vzduchu: $\varphi_e = 84\%$

Návrhové parametry vnitřního prostředí:

Návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období: $\theta_i = 20,0\text{ °C}$

Teplotní přírůžka: $\Delta \theta_i = 0,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Návrhová teplota vnitřního vzduchu pro obytné místnosti, kanceláře, restaurace:
 $\theta_{ai} = 20,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Návrhová teplota vnitřního vzduchu pro koupelny, WC, ordinace, šatny a převlékárny: $\theta_{ai} = 24,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Návrhová teplota vnitřního vzduchu pro chodby, schodišťové prostory, sklady domovního vybavení: $\theta_{ai} = 15,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Návrhová teplota vnitřního vzduchu pro garáže: $\theta_{ai} = 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

2 Účel posouzení

Účelem základního posouzení objektu z hlediska stavební fyziky je splnění požadavků normy ČSN 730540 a vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012. Je potřeba ověřit především to, zdali budova a jednotlivé konstrukce splňují následující požadavky, tak aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu.

- Tepelně-technické požadavky
- Požadavky na úspory energie
- Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí
- Ochranu proti hluku a vibracím
- Požadavky prostorové akustiky
- Požadavky z hlediska denního osvětlení
- Požadavky z hlediska oslunění

3 Podklady pro zpracování

- Výkresová dokumentace objektu
- Technické listy jednotlivých výrobků
- Katalogy materiálu programů Stavební fyzika
- Katastrální mapa
- Fotodokumentace pozemku a okolí objektu
- Vnější a vnitřní okrajové podmínky

4 Použité právní předpisy a normy

- [1] č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- [2] č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- [3] č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- [4] č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov
- [5] č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- [6] č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [7] č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- [8] ČSN 73 0540 – 1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- [9] ČSN 73 0540 – 2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky (vč. Z1)
- [10] ČSN 73 0540 – 3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [11] ČSN 73 0540 – 4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové hodnoty
- [12] ČSN 01 1600 Akustika – Terminologie
- [13] ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky (vč. Z1)
- [14] ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky.
Všeobecné zásady
- [15] ČSN 73 0527 Akustika – Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky
Prostory pro kulturní, školní a veřejné účely
- [16] ČSN 73 4301:2004 + Z1:2005 + Z2/2009 Obytné budovy
- [17] ČSN 73 0580 – 1 Denní osvětlení budov. Část 1: Základní požadavky
- [18] ČSN 73 0580 – 2 Denní osvětlení budov. Část 2: Denní osvětlení obytných budov
- [19] ČSN 73 0581 Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot

5 Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.1 Normativní požadavky

- *Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce*

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

f_{Rsi} teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,N}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$$\theta_{si,min} \geq \theta_{si,min,N}$$

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

$\theta_{si,min,N}$...požadovaná hodnota nejnižší vnitřní povrchové teploty [°C]

Tab. 1: Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$ dle ČSN 730540-2 (část nutná pro posouzení objektu)

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]
		Brno -15 °C
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$
Stavební kce	20,0	0,789
Výplň otvorů	20,0	0,693

Tab. 2: Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$ dle ČSN 730540-2 (část nutná pro posouzení objektu)

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]
		Brno -15 °C
		Teplota θ_{si} [°C] odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ [-]
Stavební kce	20,0	11,04
Výplň otvorů	20,0	7,72

- *Součinitel prostupu tepla*

$$U \leq U_N$$

U součinitel prostupu tepla [W/m²K]

U_N požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/m²K]

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 730540-2 (část nutná pro posouzení objektu)

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla	
	[W/m²K]	
	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
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2

- *Průměrný součinitel prostupu tepla*

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

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

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

- *Lineární činitel prostupu tepla*

$$\psi \leq \psi_N$$

ψvýpočtová hodnota lineárního činitele prostupu tepla [W/mK]

ψ_Npožadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla [W/mK]

Tab 4: Požadované hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi dle ČSN 730540-2

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla [W/mK]	
	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 otvorů	0,30	0,10

- *Pokles dotykové teploty podlahy*

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

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

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

Tabulka 5: Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy θ_{10} , N dle ČSN 730540-2

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

Tabulka 6: Kategorie podlah – požadované hodnoty dle ČSN 730540-2

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		požadované	doporučené
Obytná budova	Dětský pokoj, ložnice	I.	
	Obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	Koupelny, WC	III.	II.
	Předsíň se vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	Prodejna potravin	III.	
	Kancelář	II.	
	Místa pro hosty v restauraci	III.	

- *Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce*

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

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

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 .

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

M_cvýpočtová hodnota zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [kg/(m²a)]

$M_{c,N}$požadovaná hodnota zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [kg/(m²a)]

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelněizolačním systémem nebo vnějším obkladem je nižší z hodnot

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg/(m}^2\text{·a)},$$

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:

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg/(m}^2\text{·a)},$$

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

- *Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce*

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

$$M_c \leq M_{ev}$$

M_c roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [kg/(m²·a)]

M_{ev} roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce [kg/(m²·a)]

Je-li v hodnocené konstrukci dřevo a/nebo materiály na bázi dřeva, musí být navržena vhodná konstrukční opatření pro jejich ochranu.

Požadavky pro kondenzaci vodní par 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.

- *Šíření vzduchu konstrukcí a budovou*

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

n_{50}celková hodnoty 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]

Tab. 7: Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ dle ČSN 730540-2

Větrání v budově	doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa [h ⁻¹]	
	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

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

n intenzity přirozené výměny vzduchu bez započetí funkce větracího zařízení nebo klimatizace [h⁻¹]

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

n_{min} nejnižší intenzita větrání místnosti, která není běžně užívána[h⁻¹]

$n_{min,N}$...doporučená hodnota nejnižší intenzity větrání místnosti, po dobu kdy není užívána [h⁻¹]

$$n \geq n_N \text{ (a současně } n \leq 1,5 \text{ v topné sezóně)}$$

n_{min} intenzita větrání místnosti [h⁻¹]

$n_{min,N}$...požadovaná intenzita větrání místnosti [h⁻¹]

- *Tepelná stabilita místnosti v letním období*

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

$\theta_{ai,max}$ 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 tabulky níže

Tab. 8: Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ dle ČSN 730540-2

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

- *Tepelná stabilita místnosti v zimním období*

$$\Delta\theta_{v(t)} \leq \Delta\theta_{v,N(t)}$$

$\Delta\theta_{v(t)}$ pokles výsledné teploty v zimním období [°C]

$\Delta\theta_{v,N(t)}$ požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v zimním období [°C]

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

Druh místnosti	Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Delta\theta_{v,N(t)}$ [°C]
S pobytem lidí po přerušení vytápění	3,0
Bez pobytu lidí po přerušení vytápění	6,0

5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla

5.2.1 Geometrické charakteristiky budovy

Objekt je navržen jako podsklepený, se třemi nadzemními podlažími, částečně zapuštěn do přilehlého svažitého terénu. Půdorysně má objekt tvar písmene L, tak aby pomyslně kopíroval přilehlou komunikaci a odděloval ji tak, od zbytku pozemku. Druhé a třetí nadzemní podlaží se nachází pouze nad delší stranou půdorysného tvaru L a tvoří tak hmotnější kvádr orientovaný směrem na jih.

Objem budovy V: 8152,4 m³

Celková plocha A: 3290,1 m²

Objemový faktor tvaru: 0,40 m²/m³

5.2.2 Charakteristiky posuzovaných konstrukcí

Tab. 10–17: Skladby konstrukcí z tepelně-technického hlediska

- S1: Stěna obvodová nad terénem

Č. vrstvy	materiál	d [m]	λ [W/mK]	c [J/mK]	ρ [kg/m ³]
1	Sádrová omítka	0,01	0,528	840	1250
2	Vápenopískový zdící blok	0,24	0,370	1000	1220
3	T.l. desky z čedičových vláken	0,20	0,035	800	40
4	Vzduchová dutina	0,04	0,444	1010	1,2
5	Cementovláknité desky	0,012	0,240	1580	1300

- S2: Stěna obvodová pod terénem

Č. vrstvy	materiál	d [m]	λ [W/mK]	c [J/mK]	ρ [kg/m ³]
1	Sádrová omítka	0,01	0,528	840	1250
2	Vápenopískový zdící blok	0,24	0,370	1000	1220
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200
4	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200
5	Asfaltová lepicí hmota	0,005	0,80	900	1630
6	T.l. desky XPS 30	0,15	0,036	1270	40
7	Lepící a stěrková hmota	0,04	0,80	900	1630

- S3: Střecha nad 3.NP a nad prostorem restaurace

Č. vrstvy	materiál	d [m]	λ [W/mK]	c [J/mK]	ρ [kg/m ³]
1	Sádrová omítka	0,01	0,528	840	1250
2	ŽB předpjatý dutinový panel	0,20	1,05	840	1200
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200
4	T.l. desky EPS 150 S	0,14	0,035	1270	25
5	T.l. desky EPS 150 S - klíny	0,02	0,035	1270	25
6	T.l. desky EPS Perimetr	0,10	0,034	1270	30
7	Hydroizolační fólie PVC-P	0,0015	0,35	1470	1400

- S4: Střecha ustupujícího podlaží – lodžie 3.NP

Č. vrstvy	materiál	d [m]	λ [W/mK]	c [J/mK]	ρ [kg/m ³]
1	Sádrová omítka	0,01	0,528	840	1250
2	ŽB monolitická deska	0,15	1,74	840	2500
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200

4	T.I. desky EPS 150 S	0,04	0,035	1270	25
5	T.I. desky EPS 150 S - klíny	0,02	0,035	1270	25
6	T.I. desky z tuhé pěny na bázi PIR	0,12	0,025	1270	30
7	Hydroizolační fólie PVC-P	0,0015	0,35	1470	1400

- S5: Střecha ustupujícího podlaží - terasa 1.NP

Č. vrstvy	materiál	d [m]	λ [W/mK]	c [J/mK]	ρ [kg/m ³]
1	T.I. desky z čedičových vláken	0,06	0,041	800	88
2	ŽB předpjatý dutinový panel	0,20	1,05	840	1200
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200
4	T.I. desky z tuhé pěny na bázi PIR	0,075	0,022	1270	30
5	Hydroizolační fólie PVC-P	0,0015	0,35	1470	1400

- S6: Podlaha s keramickou dlažbou v 1.NP

Č. vrstvy	materiál	d [m]	λ [W/mK]	c [J/mK]	ρ [kg/m ³]
1	Keramická dlažba	0,01	1,01	840	2000
2	Lepící tmel	0,005	0,8	900	1690
3	Cementová mazanina	0,07	1,38	830	1980
4	T.I. desky EPS - akustické	0,040	0,044	1270	10
5	ŽB předpjatý dutinový panel	0,20	1,20	840	1200
6	T.I. desky z čedičových vláken	0,06	0,041	800	88

- S7: Podlaha v garáži

Č. vrstvy	materiál	d [m]	λ [W/mK]	c [J/mK]	ρ [kg/m ³]
1	ŽB monolitická deska	0,130	1,74	1020	2500
2	T.I. desky XPS 50	0,08	0,037	1270	40
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200
4	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,21	1470	1200
5	Podkladní beton	0,20	1,43	1020	2300

5.2.3 Výplně otvorů

Tab. 18: Součinitele prostupu tepla výplní otvorů

Výplň otvoru	U_g [W/m ² K]	U_f [W/m ² K]	$\Psi_{osazení}$ [-]	$\Psi_{zasklení}$ [-]	U_{tab} [W/m ² K]
Okno dvoukřídlé	0,7	1,0		0,03	0,89
Dveře prosklené	0,7	1,3		0,03	1,1
Vrata garážová	-	-	-	-	1,22

5.3 Údaje o splnění normativních požadavků

5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou

- Nejnižší povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

Tab. 19: Povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

Konstrukce	Vypočtená hodnota $f_{R,si}$ [-]	Požadovaná hodnota $f_{R,si,N}$ [-]	Teplota vnitřního povrchu [$^{\circ}\text{C}$]	Vyhodnocení
S1	0,952	0,744	18,31	VYHOVUJE
S2	0,922	0,744	12,67	VYHOVUJE
S3	0,964	0,744	18,74	VYHOVUJE
S4	0,962	0,744	18,68	VYHOVUJE
S5	0,949	0,781	13,06	VYHOVUJE
S6	0,913	0,513	22,34	VYHOVUJE
S7	0,861	0,136	13,61	VYHOVUJE

- Součinitel prostupu tepla U

Tab. 20: Posouzení konstrukcí na požadovanou a doporučenou hodnotu U

Konstrukce	Vypočtená hodnota U	Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota U_{rec}	Vyhodnocení
S1	0,197	0,30	0,25	VYHOVUJE
S2	0,323	0,75	0,50	VYHOVUJE
S3	0,147	0,24	0,16	VYHOVUJE
S4	0,155	0,24	0,16	VYHOVUJE
S5	0,211	0,75	0,50	VYHOVUJE
S6	0,359	0,75	0,50	VYHOVUJE
S7	0,584	0,85	0,60	VYHOVUJE

- Pokles dotykové teploty podlahy

Tab. 21: Posouzení konstrukce podlahy na pokles dotykové teploty

Konstrukce	Vypočítaná hodnota $\Delta\theta_{10}$ [$^{\circ}\text{C}$]	Požadovaná hodnota $\Delta\theta_{10,N}$ [$^{\circ}\text{C}$]	Vyhodnocení
Podlaha s PVC dílci v 1.NP			
Podlaha s keramickou dlažbou v 1.NP			
Podlaha s keramickou dlažbou v 3.NP			
Podlaha s vinylovou podlahou v 3.NP			

- Posouzení kritických detailů ve 2D teplotním poli

Zpracování jednotlivých detailů a podrobnější výpočet viz přílohy.

Tab. 22: Posouzení hodnot lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi dle ČSN 730540-2

Posuzovaná konstrukce	Požadované hodnoty ψ_N [W/mK]	Doporučené hodnoty ψ_{rec} [W/mK]	Vypočtené hodnoty ψ [W/mK]	Vyhodnocení
Styk vnější stěny se střešní konstrukcí	0,20	0,10	0,024	VYHOVUJE
Styk vnějších stěn	0,20	0,10	-0,076	VYHOVUJE
Styk vnější stěny s okenní výplní	0,10	0,03	0,023	VYHOVUJE

5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí

- Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Tab. 23: Posouzení konstrukcí na zkondenzovanou vodní páru

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota M_c [kg/m ² a]	Dojde k odpaření	Vyhodnocení
S1	0,2915	ano	VYHOVUJE
S2	Nedochází ke kondenzaci		
S3	Nedochází ke kondenzaci		
S4	0,0038	ano	VYHOVUJE
S5	0,1256	ano	VYHOVUJE
S6	Nedochází ke kondenzaci		
S7	Nedochází ke kondenzaci		

5.3.3 Tepelná stabilita místnosti

- Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období

Tab. 24: Vyhodnocení poklesu výsledné teploty v zimním období

Místnost	Pokles výsledné teploty	
	Požadavek $\Delta\theta_{v(t)}$ [°C]	Výpočet $\Delta\theta_{v(t)}$ [°C]
322 - POKOJ	3	2,94

Požadavek je splněn pro maximální délku otopné přestávky $t = 11,00$ h. Při delší otopné přestávce nebude požadavek splněn.

- Teplotní stabilita místnosti v letním období

Tab. 25: Vyhodnocení stability výsledné teploty v letním období

Místnost	Pokles výsledné teploty	
	Požadavek $\Delta\theta_{ai,max}$ [°C]	Výpočet $\Delta\theta_{ai,max,N}$ [°C]
322 - POKOJ	27,0	26,09

5.4 Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí

Při výpočtech byly uvažovány korekce, které hodnoty součinitelů prostupu tepla zvyšovaly, přesto je nutné dbát během realizace na správné provádění všech konstrukcí, na použití navržených materiálů nebo materiálů se stejnými vlastnostmi a na správné technologické postupy pro aplikace daných materiálů. V případě změn při realizaci je nutné tyto změny zaznamenat do stavebního deníku. Výše uvedené tepelně technické výpočty platí pro konstrukce a skladby uvedené v příloze jiné případy je třeba individuálně posoudit.

5.5 Výpočty potřeb energie v objektu

Obálka budovy je tvořena konstrukcemi sousedícími s vnějším prostředím. Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla obálkou byl proveden v programu Ztráty, s využitím hodnot součinitele prostupu tepla konstrukcí z programu Teplo.

Ustálený měrný tep. tok prostupem H_{τ} :	811,7 W/K
Objem vytápěných zón budovy V :	8152,4 m ³
Plocha ohraničujících konstrukcí A :	3290,2 m ²
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{im} :	20,0 °C
Průměrný souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} :	0,25 W/m ² K
Klasifikační třída:	B
Slovní popis:	úsporná
Klasifikační ukazatel CI:	0,7

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 $L_{Aeq,T}$ (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} (40 dB) a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době.

Tab. 26: Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru stavby

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce [dB]
Lékařské vyšetřovny, ordinace	Po dobu užívání	-5
Obytné místnosti	6:00 – 22:00	0
	22:00 – 6:00	-10

- 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 $L_{Aeq,T}$ (50 dB) a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době.

Tab. 27: Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném venkovním prostoru stavby

Způsob využití území	Korekce [dB]	
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněné ostatní venkovní prostory	2) hluk z pozemní dopravy na veřejných komunikacích	+5

6.1.2 Akustika stavebních konstrukcí

- Požadavky na zvukoizolační vlastnosti mezi místnostmi

Vzduchová neprůzvučnost

Vážené hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi se určují vážením podle ČSN EN ISO 717-1 z třetinooktávových 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. 28 splňovat alespoň jedna z vážených hodnot $D_{nT,w}$ nebo R'_w .

Pro váženou stavební neprůzvučnost R'_w a váženou laboratorní neprůzvučnost R_w platí vztah:

$$R'_w = R_w + \Delta R_w - k_1$$

$$R'_w \geq R'_{w,N}$$

k_1 korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku

$k_1 = 2$ dB základní hodnota platná pro všechny dělicí konstrukce v masivních nebo montovaných panelových stavbách z klasických materiálů (cihla, beton)

$k_1 = 2 - 5$ dB hodnota pro těžké dělicí konstrukce ve skeletových stavbách

$k_1 = 4 - 8$ 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 třetinooktávových 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

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

$$L'_{n,w} \leq L'_{n,w,N}$$

$k_2 = 0 - 2$ dB závisí na vedlejších cestách šíření zvuku, např. strop Spiroll 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. 28: Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách dle ČSN 730532:2010

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci ¹⁾			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w}, D_{nT,w}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w}, D_{nT,w}$ dB	R_w dB
A. Bytové domy, rodinné domy – 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 ²⁾
4	Průjezdy, podjezdy, garáže, průchody, podchody	57	48	57	-
5	Místnosti s technickým zařízením domu (výměňkové stanice, kotelny, strojovny výtahů, strojovny VZT, prádelny apod.) s hlukem: $L_{A,max} \leq 80$ dB 80 dB < $L_{A,max} \leq 85$ dB	57 ²⁾ 62 ²⁾	48 ²⁾ 48 ²⁾	57 ²⁾ 62 ²⁾	-
6	Provozovny s hlukem $L_{A,max} \leq 85$ 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 < $L_{A,max} \leq 95$ dB s provozem i po 22:00 h	72 ²⁾	38 ²⁾	-	-
C. Terasové nebo řadové rodinné domy a dvojdomy - obytné místnosti bytu					
8	Všechny místnosti v sousedním domě	57	48	57	-
D. Hotely a zařízení pro přechodné ubytování – ložnicový prostor ubytovací jednotky					
9	Všechny místnosti druhých jednotek	52	58	47	42 ²⁾
10	Společně užívané prostory (chodby schodiště)	52	58	45	32 27 ²⁾
11	Restaurace a jiné provozovny s provozem do 22.00 h	57	53	57	-
12	Restaurace a provozovny s provozem i po 22.00 h ($L_{A,max} \leq 85$ dB)	62	48	62	-
E. Nemocnice, zdravotnická zařízení – lůžkové pokoje, ordinace, pokoje lékařů, operační sály apod.					
13	Lůžkové pokoje, ordinace, ošetřovny, operační sály, komunikační a pomocné prostory (chodby, schodiště, haly)	52	58	47 ²⁾	27

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci ⁷⁾			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, D_{nT,w}}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w, D_{nT,w}}$ dB	R_w dB
14	Hlučné prostory (kuchyně, technická zařízení budovy) $L_{A,max} \leq 85$ dB	62	48	62	-
F. Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory					
15	Učebny, výukové prostory	52	58	47	-
16	Společné prostory, chodby, schodiště	52	58	47	32 27 ⁷⁾
17	Hlučné prostory (dílny, jídelny) $L_{A,max} \leq 85$ dB	55	48	52	-
18	Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny, tělocvičny) $L_{A,max} \leq 90$ dB	60 ⁸⁾	48 ⁸⁾	57 ⁸⁾	-
G. Administrativní a správní budovy, firmy – kanceláře a pracovní					
19	Kanceláře a pracovní s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné prostory	47	63	37	27
20	Kanceláře a pracovní se zvýšenými nároky, pracovní vedoucích pracovníků ¹⁰⁾	52	58	45	32
21	Kanceláře a pracovní pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem ¹⁰⁾	52	58	50	37
⁷⁾ Požadavek se vztahuje pouze na starou, zejména panelovou výstavbu, pokud neumožňuje dodatečné zvukové izolační opatření. ⁸⁾ Platí pro vstupní dveře z chodby do před síně (vstupní hal) bytu, je-li chráněný prostor místností oddělen dalšími dveřmi. ⁹⁾ Platí pro vstupní dveře z chodby přímo do chráněné obytné místnosti bytu. ¹⁰⁾ Kromě splnění stanovených požadavků na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost mohou být nutná další opatření, kdy je nutné stroje a zařízení uložit, zavěsit či upravit tak, aby nedocházelo k šíření a přenosu zvuku konstrukcí (vibracemi) a instalacemi (rozvody médií, šachtami aj.) a k překročení hygienických limitů hluku ve vnitřních chráněných prostorech. V prokázaných případech, kdy zařízení nebude zdrojem hluku a vibrací, lze požadavky snížit o 5 dB. ¹¹⁾ Kromě splnění stanovených požadavků na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost mohou být nutná další opatření, kdy je nutné stroje a zařízení uložit, zavěsit či upravit tak, aby nedocházelo k šíření a přenosu zvuku konstrukcí (vibracemi) a instalacemi (rozvody médií, šachtami aj.) a k překročení hygienických limitů hluku ve vnitřních chráněných prostorech. Místnosti s provozním hlukem s dominantním obsahem nízkých kmitočtů nebo s tónovými složkami (např. hlučné strojovny, diskotéky apod.) se zásadně nedoporučuje situovat do blízkosti bytových jednotek. ¹²⁾ Platí pro spojovací dveře mezi samostatnými bytovými jednotkami (např. dvojité nebo zádveři). ¹³⁾ Platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen před síní nebo zádveřím s dalšími dveřmi. ¹⁴⁾ U stěn s prosklenými částmi, přes které je nutný vizuální kontakt, lze požadavek snížit o 5 dB a u celoplošných zasklení až o 10 dB (např. operační sály, JIP). ¹⁵⁾ Vzhledem k možnému přenosu nízkých kmitočtů mohou být nutná další opatření. Situace obvykle vyžaduje individuální posouzení. ¹⁶⁾ Požadavky platí rovněž mezi uvedenými pracovními a přilehlými chodbami, popř. pomocnými prostory.					

- 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 A $L_{Aeq,2m}$. Výsledné hodnoty lze interpolovat. Hodnoty veličin určujeme dle ČSN EN ISO 717-1 z veličin v třetinooktávových kmitočtových pásmech určených podle ČSN EN ISO 140-5.

Tab. 29: Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v R'_{w}							
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] **)						
	\leq 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70	> 70 ≤ 75	> 75 ≤ 80
Obytné místnosti bytů	30	30	30	33	38	43	48
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době 22:00-06:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$ [dB] **)						
	\leq 40	> 40 ≤ 45	> 45 ≤ 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70
Obytné místnosti bytů	30	30	30	33	38	43	48
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$ [dB] **)						
	\leq 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70	> 70 ≤ 75	> 75 ≤ 80
Ordinace	30	30	33	38	43	48	(53)
kanceláře	-	-	30	0	30	33	38
<p>*) Jednočíselné vážené veličiny podle ČSN EN ISO 717-1, stanovené z veličin v třetinooktávových pásmech definovaných v ČSN EN ISO 140-5</p> <p>**) 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</p>							

- Požadavky na zvukovou neprůzvučnost oken

Neprůzvučnost oken, dílců a částí obvodového pláště se hodnotí váženou (laboratorní) neprůzvučností R_w , která se určuje z neprůzvučnosti v třetinooktávových 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. 30; pro okna zaujímající menší plochu než 35% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti je požadavek na váženou neprůzvučnost o 5 dB nižší, než jednočíselná hodnota uvedená v tabulce č. 30.

Dle ČSN 73 0532:2010 se okna zařazují do tříd jakosti zvukové izolace (TZI). Okno příslušné třídy zvukové izolace (TZI) podle tabulky č. 30 vyhovuje na neprůzvučnost, jestliže minimální požadovaná interpolovaná vážená neprůzvučnost R_w stanovená pro příslušnou hladinu ekvivalentní hladinu akustického tlaku $L_{A,eq,2m}$ venkovního hluku je v rozsahu vážených neprůzvučností.

Tab. 30: Třídy zvukových izolací oken

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

6.2 Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací

- Vnitřní příčka z vápenopískové příčkovky o rozměrech 248×115×248 mm, oboustranně omítnuta sádrovou omítkou tloušťky 10 mm
- Vnitřní příčka z vápenopískové příčkovky o rozměrech 248×200×248 mm, oboustranně omítnuta sádrovou omítkou tloušťky 10 mm
- Vnitřní nosná zeď z vápenopískových zdících bloků o rozměrech 248×240×248 mm, oboustranně omítnuta sádrovou omítkou tloušťky 10 mm
- Obvodová nosná zeď z vápenopískových zdících bloků o rozměrech 248×240×248 mm, z exteriéru zateplena tepelně izolačními deskami z čedičových vláken tl. 200 mm, z vnitřní strany omítnuta sádrovou omítkou tl. 10 mm.
- Stropní konstrukce nadzemních podlaží tvořena ŽB předpjatými dutinovými panely tl. 200 mm. Podlaha s roznášecí vrstvou z cementové mazaniny tl. 70 mm izolována deskami EPS s kročejovým útlumem tl. 40 mm.
- Stropní konstrukce podzemního podlaží tvořena ŽB předpjatými dutinovými panely tl. 200 mm. Strop izolován deskami z čedičových vláken tl. 60 mm. Podlaha s roznášecí vrstvou z cementové mazaniny tl. 70 mm izolována deskami EPS s kročejovým útlumem tl. 40 mm.
- Výtahová šachta z důvodu šíření vibrací do okolních konstrukcí, od dilatována od schodišťového prostoru pomocí dilatačních pásků tl. 10 mm.

- Schodišťová ramena doplněna o zvukoizolační prvky z důvodu zabránění šíření vibrací a kročejového hluku do okolních konstrukcí. Podrobněji popsáno viz Výkresy stropních konstrukcí.

6.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

Tab. 31: Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných konstrukcí obvodového pláště

Konstrukce	R' _w [dB]	k	R' _{w,N} [dB]	Vyhodnocení
Vnější obvodová stěna	48	2	30	VYHOVUJE
Okna a dveře z PVC	33	-	30	VYHOVUJE

Tab. 32: Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí

Konstrukce	R' _w [dB]	k	R' _{w,N} [dB]	Vyhodnocení
stěna tl. 125 mm mezi kanceláři (chodbou)	42	2	37	VYHOVUJE
Stěna tl. 240 mm mezi kanceláři	48	2	37	VYHOVUJE
Stěna tl. 240 mm mezi ordinacemi	55	2	47	VYHOVUJE
Stěna tl. 200 mm mezi ordinacemi a chodbou	50	2	47	VYHOVUJE
Stěna tl. 240 mm mezi bytem a chodbou	55	2	52	VYHOVUJE
Stěna tl. 240 mm mezi sousedními byty	55	2	52	VYHOVUJE
Strop mezi ordinacemi a garážemi	55	2	52	VYHOVUJE
Strop mezi kanceláři a byty	55	2	47	VYHOVUJE
Strop mezi ordinacemi a kanceláři	55	2	53	VYHOVUJE

Konstrukce	R' _w [dB]	k	R' _{w,N} [dB]	Vyhodnocení
Strop mezi kanceláři a byty	38	2	63	VYHOVUJE
Strop mezi ordinacemi a kanceláři	38	2	58	VYHOVUJE

7 Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění

7.1 Normativní požadavky

- Denní osvětlení budov

Ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí se musí v souladu s jejich funkcí co nejvíce využívat denního osvětlení, které je pro člověka nenahraditelné. 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

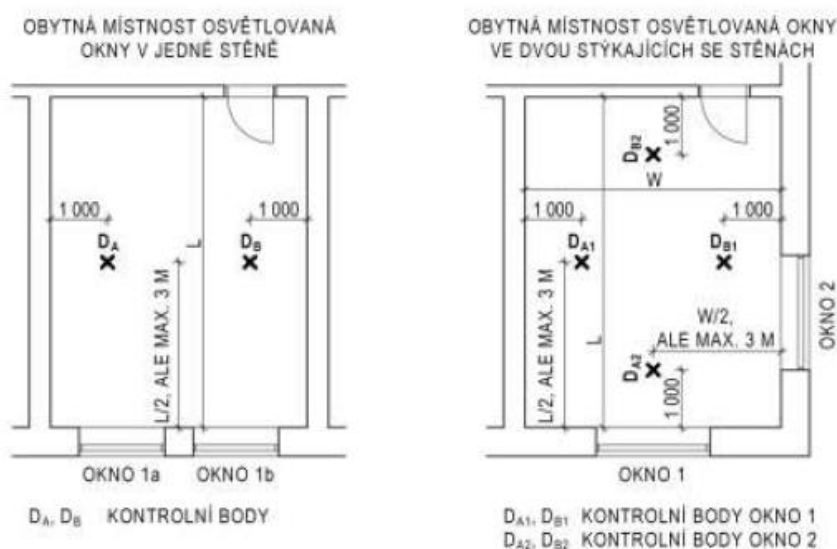
Minimální hodnota činitele denní osvětlenosti D_{min} , která musí být splněna ve všech kontrolních bodech v obytné místnosti je 0,5 %. Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti, pokud je požadována, je nejméně 2 %.

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 %.

D_{min} minimální činitel denní osvětlenosti

D_m průměrný činitel denní osvětlenosti

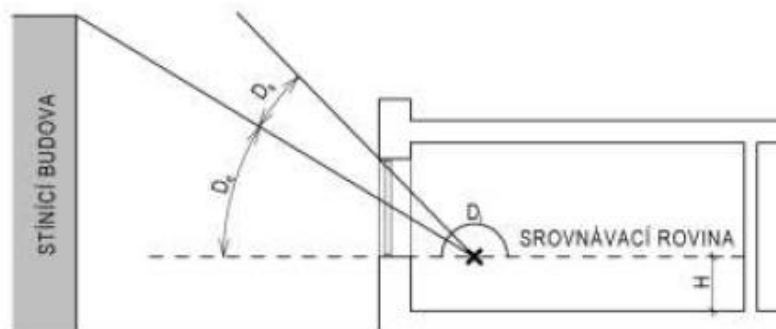
Obr.: Umístění kontrolních bodů v obytné místnosti osvětlované dvěma okny ve stejné stěně (vlevo); umístění kontrolních bodů v obytné místnosti osvětlované dvěma okny ve stýkajících se stěnách (vpravo):



- Osvětlení a proslunění

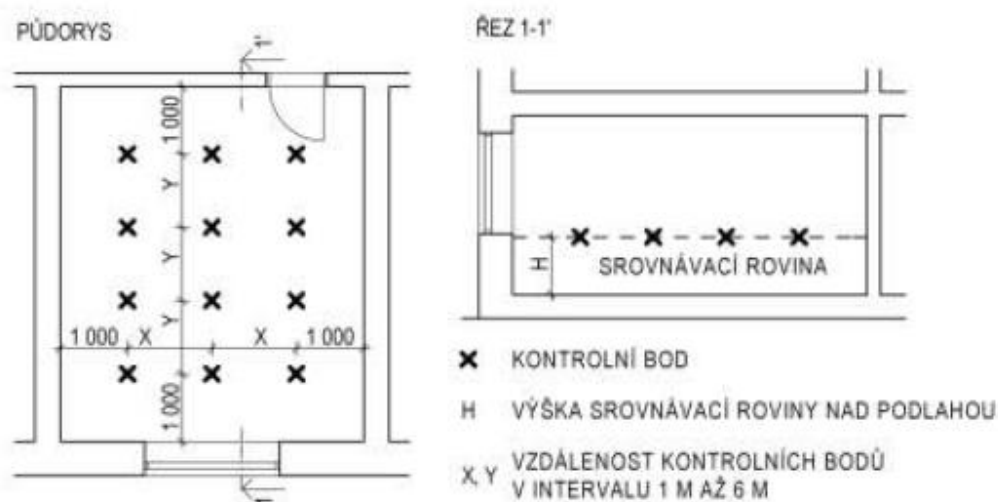
Byt považujeme za prosluněný, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností. Do součtu podlahových ploch z jedné strany prosluněných obytných místností ani do součtu podlahových ploch všech obytných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

Obr. Složky činitele denní osvětlenosti (autor dle 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.: Umístění kontrolních bodů na vodorovné srovnávací rovině (autor dle ČSN 730580-1, 2007)



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

7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění

7.2.1 Osazení objektu

Stavební pozemek se nachází na pozemku parcelní číslo 8362/6 v katastrálním území Líšeň [612405], obec Brno [582786]. Pozemek je situován v zastavěném území městské části Brno-Líšeň, podél místní komunikace na ulici Zikova, na kterou je dopravně napojen. Jedná se o svažitý pozemek směrem k jižní straně. V katastru nemovitostí je pozemek veden jako ostatní plocha, se způsobem využití zeleň. Na pozemku se nachází několik stromů a keřů, především podél místní komunikace.

Návrh dispozice objektu respektuje orientaci ke světovým stranám. Bylo snahou orientovat veškeré pobytové a administrativní místnosti k jižní fasádě objektu, stejně tak ordinace a jídelní plocha restauračního provozu jsou orientovány směrem k jihu. Většina místností v objektu je tedy osvětlena přirozeným denním osvětlením okny.

Navrhovaný objekt je umístěn ve stávající zástavbě, které se nachází na severní a západní straně od objektu. Východní a jižní strana není zastíněna žádnými stávajícími objekty nebo vzrostlými stromy.

7.2.2 Charakteristika výplní otvorů

Navržená okna a vnější dveře jsou plastové, zasklena izolačním trojsklem 4-16-4-16-4, se solárním faktorem $g=0,47$.

8 Identifikace zpracovatele

Bc. Vejmělek Lukáš, velkopavlovická 5, 628 00 Brno

Přílohy

Příloha P1 – Komplexní posouzení skladeb z hlediska šíření tepla a vodní páry

Příloha P2 – Řešené detaily v 2D poli teplot a částečných tlaků vodní páry

Příloha P3 – Tepelná stabilita místnosti v letním období

Příloha P4 – Tepelná stabilita místnosti v zimním období

Příloha P5 – Výpočet tepelných ztrát

Příloha P6 – Energetický štítek obálky budovy

Příloha P7 – Posouzení neprůzvučnosti složených konstrukcí

Příloha P8 – Posouzení skladby podlahy z hlediska poklesu dotykové teploty