



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

DOMOV PRO SENIORY

HOME FOR SENIORS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

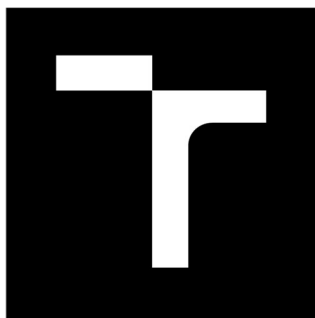
Bc. Eliška Kolářiková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETRA BERKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

DOMOV PRO SENIORY

HOME FOR SENIORS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Eliška Kolářiková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETRA BERKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N0732A260018 Environmentálně vespělé budovy
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav pozemního stavitelství

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Eliška Kolářiková
Název	Domov pro seniory
Vedoucí práce	Ing. Petra Berková, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- (1) Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce.
- (2) Platné technické národní předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO.
- (3) Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků.
- (4) Odborná literatura.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané budovy s téměř nulovou spotřebou energie ve stupni pro vydání stavebního povolení včetně navazující volitelné části.

Cíle:

Dispoziční řešení budovy s návrhem vhodné konstrukční soustavy a nosného systému na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků včetně vyřešení osazení objektu do terénu s respektováním okolní zástavby. Koncepční řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti. Volitelná část vztahující se k řešené budově.

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %) bude obsahovat: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, koordinační situaci (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:100, příp. 1:50): základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí dokumentace bude stavebně fyzikální posouzení objektu a konstrukcí a průkaz energetické náročnosti budovy (bez posouzení proveditelnosti alternativních systémů a doporučených opatření)

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 35 %) bude obsahovat koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou, schéma zapojení energetických zdrojů, výpočet výkonových parametrů, zjednodušené schéma řízení a dispoziční umístění zdrojů.

(III) Náplň volitelné části (podíl 30 %) bude stanovena vedoucím práce z oblasti energetiky, akustiky a osvětlení, detailního konstrukčního řešení, udržitelné výstavby a ekonomiky budov týkající se jejich návrhu nebo provozu. Tato část může být řešena teoretickými nebo experimentálními prostředky.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je navrhnout Domov pro seniory jako chytrou budovu. Nachází se v centru obce Křenovice poblíž Brna. Diplomová práce je rozdělena do tří částí, první se zabývá projektovou dokumentací, ve druhé je TZB a ve třetí části se blíže věnuji akustice a hlukové studii.

Domov pro seniory je navržen jako dvou podlažní, nepodsklepený s plochou střechou. V prvním nadzemním podlaží se nachází zázemí pro seniory a zdravotnické zařízení a ve druhém nadzemním podlaží jsou byty.

Novostavba je postavena na pasech. Konstrukce jsou navrženy z broušených cihelných bloků typu THERM. Vnější stěny jsou izolovány minerální vatou. Zastřešení domu je tvořeno extenzivní zelenou střechou. Technické zařízení budov obsahuje dvě tepelná čerpadla země-voda s vrty pro vytápění, fotovoltaické panely, vzduchotechniku, zásobník teplé vody a akumulčně-retenční nádrž na dešťovou vodu. Závěrečná část je zaměřena na akustiku konstrukcí a hlukovou studii.

KLÍČOVÁ SLOVA

Domov pro seniory, broušený cihelný blok typu THERM, zelená extenzivní plochá střecha, minerální vlna, akustika, hluková studie

ABSTRACT

The aim of the master's thesis is to design a Residential care home as smart building. It is situated in the centre of Křenovice near Brno. The master's thesis is divided into three parts, first part presents design documentation, second part is focused on building services and the final part presents noise control in building.

Residential care house is designed as two-storey building without basement with flat roof. On the first floor there is utility area for senior house and healthcare facility and on the second floor there are flats for seniors.

Residential care house is built on footing. Load-bearing and non-load-bearing walls are designed from hollow bricks type THERM. External walls are insulated with mineral wool. The roofing of residential care house is made up of extensive green roof. The building services of the building includes two ground-water heat pumps with boreholes for heating and cooling, photovoltaic panels, HVAC, hot water cylinder and rainwater storage tank.

The final part is focused on noise control in building. It is about acoustic in construction. Noise study is also included.

KEYWORDS

Residential care home, hollow brick type THERM, extensive green flat roof, mineral wool, acoustic, noise study

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Eliška Kolářiková *Domov pro seniory*. Brno, 2021. 57 s., 476 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí práce Ing. Petra Berková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Domov pro seniory* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 12. 2021

Bc. Eliška Kolářiková

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Domov pro seniory* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 12. 2021

Bc. Eliška Kolářiková

autor práce

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat paní Ing. Petře Berkové, Ph.D., paní Ing. Heleně Wierzbické, Ph.D. a paní Ing. Dagmar Donáťákové za trpělivost a čas ohledně zpracování diplomové práce.

Mé poděkování patří také převážně rodině, která mě celé studium podporovala hlavně po psychické stránce.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat za trpělivost, přátelské jednání, zaučení a přípravu na praxi firmě ZR Porting, s.r.o. a konkrétně Ing. Danielovi Ryšavému a Ing. Davidovi Zumrovi za spoustu cenných rad.

Obsah

Úvod.....	11
1. Architektonicko-stavební řešení	12
1.1 Popis území	12
1.2 Základní charakteristika stavby a jeho užívání	12
1.3 Urbanistické řešení	12
1.4 Architektonické řešení	13
1.5 Bezbariérové užívání stavby	13
1.6 Stavební řešení.....	13
1.7 Konstrukční a materiálové řešení	14
1.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení.....	15
1.9 Úspora energie a tepelná ochrana	15
1.10 Dopravní řešení.....	15
2. Technika prostředí	16
2.1 Technické řešení objektu	16
2.2 Umělé osvětlení	16
2.3 Nucené větrání.....	16
2.4 Zdroj tepla a ohřevu vody	17
2.5 ZTI.....	18
2.6 Fotovoltaika	18
2.7 Globální schéma.....	18
2.8 Další technická řešení	19
3. Akustika.....	20
3.1 Úvod.....	20
3.2 Hluk	20
3.2.1 Hluk jako faktor životního prostředí.....	20
3.2.2 Účinky hluku na člověka.....	21
3.1.3 Boj proti hluku	22
3.3 Zvuk.....	22
3.3.1 Podstata zvuku.....	22
3.3.2 Šíření zvuku	22
3.4 Vlastnosti zvuku	23
3.4.1 Intenzita zvuku – decibel	23

3.4.2 Kmitočet zvuku – váhová korekce zvukoměru	23
3.4.3 Působení zvuku v čase – ekvivalentní hladina	24
3.5 Akustika.....	24
3.5.1 Akustika stavebních konstrukcí	24
3.5.2 Vzduchová neprůzvučnost.....	25
3.5.3 Kročejová neprůzvučnost	28
3.5.4 Strukturální hluk	30
3.5.5 Neprůzvučnost obvodových plášťů	30
3.6 Akustika ve vnitřních prostorech	31
3.6.1 Omezení přenosu hluku a vibrací z nášlapné vrstvy do stěn.....	31
3.6.2 Uložení schodiště	32
3.6.3 Uložení tepelného čerpadla a vzduchotechnické jednotky.....	34
3.6.4 Výtah	36
4. Hluková studie	37
4.1 Hluk	37
4.1.1 Hluk z dopravy	37
4.1.2 Venkovní hluk	37
4.1.3 Vnitřní hluk.....	38
4.2 Legislativa.....	38
4.2.1 Chráněný venkovní prostor	38
4.2.2 Chráněný venkovní prostor staveb.....	39
4.2.3 Chráněný vnitřní prostor staveb.....	39
4.3 Normativní požadavky pro silnici II. třídy	39
4.4 Hluk+	40
4.5 Posouzení.....	42
Závěr	43
Seznam použitých zdrojů	44
Seznam použitých zkratk a symbolů	49
Seznam příloh	52
Seznam tabulek.....	55
Seznam rovnic.....	56
Seznam obrázků.....	57

Úvod

Diplomová práce se zabývá projektovou dokumentací novostavby domova pro seniory, sloužící seniorům k ubytování a společnému trávení času. Je rozdělena na tři části. Část A se zabývá architektonicko-stavebním řešením, v části B je technika prostředí staveb a část C je zaměřena na akustiku.

Část A obsahuje šest složek, konkrétně průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, situační výkres, architektonicko-stavební řešení, stavebně-konstrukční řešení a požárně bezpečnostní řešení. Je zde popsán tvar budovy, počet podlaží, konstrukční řešení. Součástí je výkresová dokumentace půdorysů, řezů, pohledů, základů, stropů a střechy a také řešená situace.

Části B se věnuje tématu techniky prostředí budov. Dělí se do šesti složek. Jedná se o umělé osvětlení, které je navrženo pro tři místnosti, nucené větrání navržené pro první funkční celek, konkrétně byty pro seniory, zdroj tepla a ohřevu vody, kde jsou použity dvě tepelná čerpadla, zdravotní technika, fotovoltaika a globální schéma.

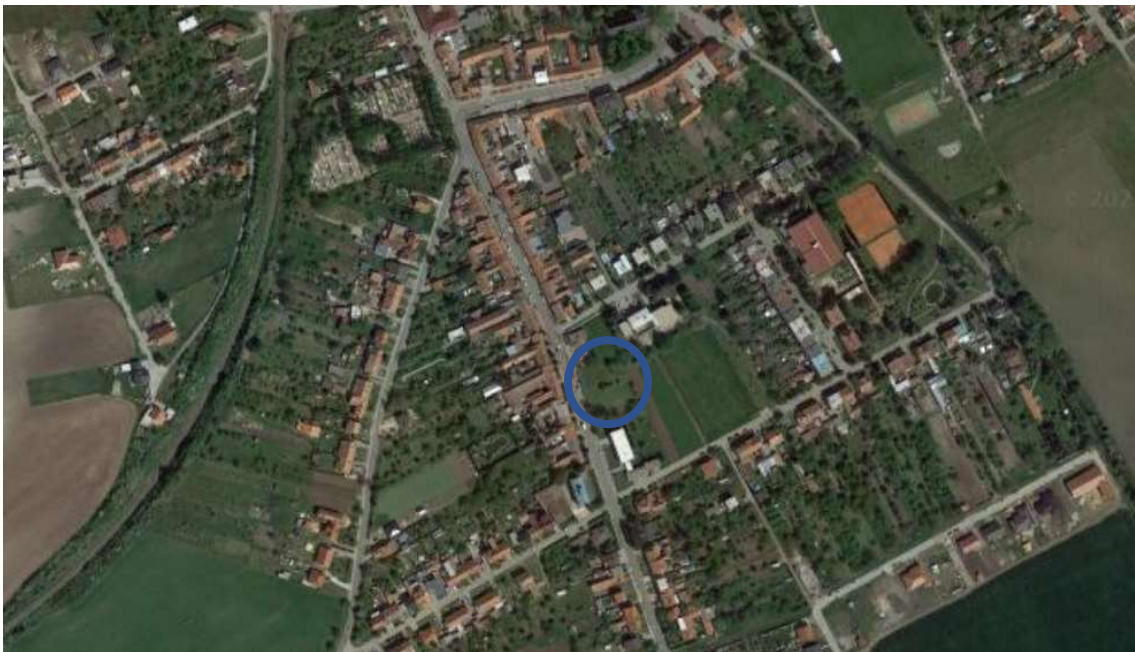
V závěrečné části se řeší akustika. V hlavní textové části je probrána teorie zvuku a hluku. Součástí části C jsou jednotlivé výpočty vzduchové a kročejové neprůzvučnosti a neprůzvučnosti obvodového pláště. Projekt se zabývá i akustikou ve vnitřních prostorech. V závěrečné části se projekt věnuje hlukové studii. Posuzuje se zde hluk z dopravy na silnici II. třídy vedoucí před objektem.

Veškeré konstrukční systémy, technické vybavení budov a akustika jsou v souladu s platnými normami a předpisy.

1. Architektonicko-stavební řešení

1.1 Popis území

Novostavba domu pro seniory je situovaná v jižní části centra obce Křenovice. Obec Křenovice se nachází jihozápadně od města Slavkov u Brna. Pozemek konkrétně leží v zastavěné části obce vedle obecního úřadu na ulici Školní a rozkládá se na dvou parcelách 68/7 a 68/9 ve tvaru nepravidelného kosočtverce. Parcely jsou umístěné v rovině. Tyto parcely jsou vedeny dle územního plánu jako plochy občanského vybavení.



Obr. 1 Mapa obce Křenovice

[1]

1.2 Základní charakteristika stavby a jeho užívání

Předmětem projektu je novostavba domovu pro seniory. Novostavba má charakter občanské vybavenosti. Jedná se o stavbu trvalou. Domov pro seniory je napojen na technickou a dopravní infrastrukturu. Stavba se nenachází v chráněné zóně ani v záplavovém území.

1.3 Urbanistické řešení

Dle územního plánu jsou parcely 68/7 a 68/9 vedeny jako plochy občanské vybavenosti. Přípustné využití pro plochy občanské vybavenosti jsou pozemky staveb a zařízení pro ubytování. Tyto regulace jsou v projektu splněny.

1.4 Architektonické řešení

Domov pro seniory je vchodem situovaný směrem na jihozápad. Jedná se o objekt složený ze dvou obdélníků do tvaru L. Rozměr většího obdélníku činí 41x10,75 m a menšího obdélníku 19,25x15,5 m. Součástí stavby je rozlehlá zahrada za objektem.

Objekt má dvě nadzemní podlaží, je nepodsklepený. V prvním nadzemním podlaží se nachází zázemí pro domov pro seniory, jako je společenská místnost, kuchyň nebo místnost pro bohoslužby. Součástí je také zdravotnické zařízení s ordinací a čekárnou. V druhém nadzemním podlaží se nachází jednotlivé byty velikosti 1+kk a 2+kk.

Stavba je založena na základových pásech a ztraceném bednění. Obvodové stěny tvoří broušený cihelný blok typu THERM s tepelnou izolací z minerální vaty z kamenných vláken. Vnitřní nosné a nenosné zdivo je navrženo taktéž z broušených cihelných bloků typu THERM. Zdivo kolem výtahové šachty je ze dvou železobetonových stěn oddílaných minerální vatou. Schodiště v objektu jsou prefabrikované železobetonové, Stropní desky z železobetonu. Střecha je navržena jako extenzivní zelená.

Novostavba bude řešena v béžové barvě. Okna jsou navržena jako plastová s izolačním trojsklem s rámem barvy hnědé. Ve stejné barvě jsou i dveře.

1.5 Bezbariérové užívání stavby

Domov pro seniory je navržen dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání stavby. Přístup do objektu je řešen vodorovnými komunikacemi. V objektu se nachází výtah. V projektu určuje manipulační prostor vozíku kruh o průměru 1500 mm. Dveře jsou velikosti 900 mm.

1.6 Stavební řešení

Novostavba je navržena jako dvoupatrová nepodsklepená. Hlavním vchodem je orientovaná na jihozápad.

V prvním patře napravo od vchodu se nachází kancelář a spisovna, nalevo knihovna. Dále se chodbou dojde do kuchyně, jídelny a společenské místnosti. Součástí

pravé strany je dvouramenné schodiště. V levé části objektu se nachází zázemí pro obslužný personál, prádelna a sušárna, sklady a technická místnost.

Zdravotnické zařízení se nachází v prvním patře. Má samostatný vchod, ale je také propojený s vnitřním zázemím domova pro seniory. Součástí je čekárna, WC, sesterna, šatna a ordinace.

Do druhého patra se dojde přes schodiště v pravé části schodiště, přes schodiště v levé části budovy, jehož součástí je i výtah. Ve druhém patře se nachází byty o velikosti 1+kk a 2+kk. Byty 1+kk jsou zařízeny pro 1 osobu, složené z ložnice s kuchyní a WC s koupelnou. Byty 2+kk jsou zařízeny pro 2 osoby, součástí je ložnice, obývací pokoj s kuchyní a WC s koupelnou.

1.7 Konstrukční a materiálové řešení

Domov pro seniory stojí na základových pasech z prostého betonu v hloubce 1000 mm o výšce 500 mm a na tvárnících ztraceného bednění velikosti 300 mm do hloubky 1000 mm.

Obvodové zdivo tvoří broušený cihelný blok typu THERM tl. 300 mm s tepelnou izolací z minerální vaty z kamenných vláken tl. 200 mm. Vnitřní nosné je tvořeno z broušených cihelných bloků typu THERM tl. 300 mm, nenosné z broušených cihelných bloků typu THERM tl. 140 mm a 80 mm. Předstěny jsou z SDK desek tl. 12,5 mm. Stěny výtahové šachty tvoří dvě železobetonové stěny tl. 2x200 mm navzájem oddílatovaných minerální vatou tl. 50 mm.

Skladbu podlahy v 1.NP tvoří od interiéru nášlapná vrstva z keramické dlažby nebo PVC, betonová mazanina s kari sítí tl. 60 mm, izolace EPS 150 tl. 180 mm, 2x SBS modifikovaný asfaltový pás, podkladní beton s kari sítí tl. 150 mm a štěrkopískový podsyp.

Ve 2.NP je nášlapná vrstva z keramické dlažby nebo PVC, betonová mazanina s kari sítí tl. 60 mm, kročejová izolace kamenná tl. 60 mm, železobetonová stropní deska tl. 200 mm, minerální deska na SDK tl. 40 mm a SDK deska tl. 12,5 mm.

Plochá střecha nad objektem je zelená extenzivní. Z exteriéru skladbu tvoří extenzivní výživový substrát tl. 30 mm, čedičová vlna tl. 50 mm, geotextílie 300 g/m², těžkohořlavá pryž z EPDM tl. 4 mm, spádová vrstva z EPS 150 tl. 50-260 mm, 2x EPS 150

tl. 2x100 mm, SBS modifikovaný asfaltový pás tl. 4 mm, železobetonová deska tl. 200 mm, minerální deska na SDK tl. 40 mm, SDK deska tl. 12,5 mm.

Okna jsou navržena jako plastová s izolačním trojsklem s $U_w = 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dveře jsou plastové s $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V objektu se nachází schodiště železobetonové prefabrikované dvouramenné.

Povrchové úpravy v exteriéru jsou tvořeny tenkovrstvými silikátovými omítkami. Vnitřní omítky jsou vápenné.

1.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení

Požárně bezpečnostní řešení stavby je navrženo v souladu s platnými předpisy a normami, splňuje požadavky jako zachování nosnosti a stability konstrukce po určitou dobu, omezení rozvoje a šíření ohně a kouře, omezení šíření požáru na sousední stavbu, umožnění evakuace osob a zvířat, umožnění bezpečnostního zásahu jednotek požární ochrany.

Požárně bezpečnostní řešení je řešeno v samostatné části projektové dokumentace Příloha D.1.3 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ.

1.9 Úspora energie a tepelná ochrana

Při návrhu budovy budou dodrženy všechny platné předpisy a normy. Skladby obvodových konstrukcí jsou v souladu s požadavky normy ČSN 73 0540 na prostup tepla. Tepelně technické posouzení je řešeno v samostatné části, příloha 3 TEPELNÁ TECHNIKA.

Domov pro seniory se zatřídí dle energetické náročnosti budov do třídy A – mimořádně úsporná. Průkaz energetické náročnosti budov je součástí samostatné přílohy, Příloha 4 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV.

1.10 Dopravní řešení

Přístup na parcelu se nachází z ulice Školní, která se nachází před objektem. Zde se také nachází 13 parkovacích míst pro osobní automobily a dvě parkovací místa, která jsou navržena jako bezbariérová. Pro bezbariérově řešené parkovací místo platí, že šířka parkovacího místa je velikosti 3500 mm a délka zůstává stejná jako u všech ostatních parkovacích míst. Tyto parkovací místa stejně jako počet parkovacích míst splňuje požadavky vyhlášky č. 398/2009 Sb.

2. Technika prostředí

2.1 Technické řešení objektu

V části technika prostředí se projekt zabývá návrhem umělého osvětlení, nuceného větrání, zdroje tepla a ohřevu vody, využitím srážkové vody a fotovoltaikou.

Všechny inženýrské sítě budou nově navrženy a připojeny na stávající sítě vedoucí před objektem. Budou navrženy nově přípojky dešťové a splaškové kanalizace vedoucí do jednotné kanalizace, vodovod pitné vody a nízké napětí elektrického proudu. Při návrhu a budování nových přípojek je nutné dodržovat ochranná pásma a minimální předepsané vzdálenosti dle ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání vedení technického vybavení.

2.2 Umělé osvětlení

V projektu je spočítané umělé osvětlení na tři místnosti. První místností je ordinace. V místnosti se nachází LED svítidlo, které je řízeno ručním ovládáním. Další místností je jídelna. Zde je navrženo taktéž LED svítidlo s ručním řízením ovládání. Kancelář je osvětlena Slim lineárním LED svítidlem s ručním ovládáním. Všechny místnosti musí vyhovět požadované úrovni osvětlenosti.

2.3 Nucené větrání

Budova je rozdělena na tři funkční celky. První celek tvoří obytné prostory ve 2.NP. Druhý celek obsahuje zdravotnické zařízení. Třetí celek je zázemí pro domov pro seniory.

Pro jeden funkční celek byl proveden návrh distribučních prvků a nákres jednočarového potrubí. Součástí byl i návrh konkrétní vzduchotechnické jednotky.

Pro první funkční celek byla navržena vzduchotechnická jednotka Duplex Multi-V. Do místností byly vybrány výustě s vířivým výtokem vzduchu čtvercového profilu. Vzduchotechnická jednotka bude umístěna v technické místnosti ve 2.NP.



Obr. 2 Vzduchotechnická jednotka Duplex Multi-V

[2]

2.4 Zdroj tepla a ohřevu vody

Při návrhu zdroje tepla je nejprve nutné vypočítat tepelné ztráty budovy zjednodušenou obálkovou metodou a tepelné ztráty infiltrací. Dále se vypočítá potřeba teplé vody. Na základě výpočtu byl v projektu zvolen zásobníkový ohřivač OKC 300 NTR/HP o objemu 286 l. Následně byl zvolen zdroj tepla. Objekt bude vytápěn pomocí dvou tepelných čerpadel země – voda. V objektu jsou navržena desková otopná tělesa.



Obr. 3 Tepelné čerpadlo NIBE F1345

[3]

2.5 ZTI

Kanalizace

Na střeše je navrženo pět střešních vpustí. Jako nouzové odvodnění je navrženo osm pojistných přepadů 100x100 mm. Vpusti vedou dešťovou vodu do svodného potrubí dešťové kanalizace přes revizní šachtu do akumulčně-retenční nádrže. Z nádrže se voda použije na zalévání zahrady.

Akumulčně-retenční nádrž je navržena jako kulatá o objemu 11,33 m³. Voda v nádrži bude sloužit na zalévání zahrady.

Z objektu je vedena také splašková kanalizace. Dešťová a splašková kanalizace se napojují před revizní šachtu před objektem do jednotné kanalizace.

Vodovod

Vodovod je veden vedle objektu přes vodovodní šachtu do objektu přípojkou HDPE 100 SDR 11. Vodovodní rozvod uvnitř budovy je veden v instalačních šachtách a v podhledech. Teplá voda je ohřívána v akumulčním zásobníku umístěném v technické místnosti v 1.NP.

2.6 Fotovoltaika

V projektu je navržen solární monokrystalický panel. Sklon panelu činí 45°. Na střechu bude instalováno 94 kusů panelů s maximálním výkonem 11,669 kW. Případné přebytky z fotovoltaiky budou vedeny přes patronu do zásobníku teplé vody.

2.7 Globální schéma

V globálním schématu jsou znázorněny dvě místnosti: společenská místnost a kancelář. Je zde popsán způsob provozování TZB (topení v jednotlivých místnostech, umělé osvětlení, vířivé výustě, aktivní stínící prvky – venkovní žaluzie). Dále jsou zde znázorněny vzduchotechnická jednotka, tepelná čerpadla s vrty, fotovoltaika, akumulčně-retenční nádrž.

2.8 Další technická řešení

Elektřina

Novostavba je připojena na vedení nízkého napětí. Na hranici pozemku se nachází pojistková skříň a elektroměr. Elektrické vedení je v objektu vedeno v podhledech, v instalačních předstěnách a v drážkách ve zdivu k jednotlivým spotřebičům.

Hromosvod

Domov pro seniory je vybaven hromosvodem. Uzemnění hromosvodu je provedeno pomocí zemního pásu FeZn.

3. Akustika

3.1 Úvod

Část C – Akustika se zaměřuje na akustiku navržených stavebních konstrukcí. Zabývá se vzduchovou a kročejovou neprůzvučností. Další oddíl se věnuje akustice ve vnitřních prostorech. Jsou zde popsána řešení zabraňující přenosu hluku přes konstrukce, například uložení schodiště tak, aby se zabránilo přenosu kročejového hluku, uložení tepelných čerpadel a vzduchotechnických jednotek na pružné podložky a návrhu výtahové šachty dle normy. V závěrečné části se práce zabývá hlukovou studií. Zde se řeší konkrétně hluk z dopravy oblasti ulice Školní, kde se nachází silnice II. třídy. Součástí je zhodnocení hluku dle normových požadavků.

3.2 Hluk

3.2.1 Hluk jako faktor životního prostředí

Hlukem se označuje každý nežádoucí zvuk. Jinak nelze hluk definovat, jelikož pro každého člověka může vyvolávat nežádoucí zvuk něco jiného. Jedná se například o rozhlas ve městech. Pro jednoho je to už hluk, pro druhého jde o důležitý zdroj informací.

Dalším příkladem je rozvoj elektromobilů. Tyto automobily nejen že jsou výhodou pro zlepšení ekologické situace, ale jsou také součástí vyvarování se nadměrnému hluku. Ovšem stoupá také počet autonehod vlivem neslyšení zvuku motoru. Cyklisté a lidé se snaží uskakovat na poslední chvíli, jelikož neslyší auto jedoucí přímo za ním. Jedná se tedy o snížení neúměrně silného hluku, který znepříjemňuje pobyt v domech, bytech.

Nadměrný hluk ohrožuje naše životní prostředí a vyspělé země se tímto problémem zabývají hned po znečištění ovzduší a ochraně povrchových vod. Škodlivost se může projevovat na lidském zdraví, jako například bolest hlavy, špatný spánek, psychické problémy, proto by se neměl podcenit a na pracovištích a u bytů by se měl řešit. V současné době se tomuto tématu věnuje pozornost odborníků.

Závažností hluku je, že se šíří na poměrně velké vzdálenosti. Problémem není jen šíření z venkovních zdrojů, jako například doprava a průmysl, ale i vnitřní zdroj hluku, kterým může být například vzduchotechnická jednotka umístěná ve vnitřním prostředí.

Díky šíření akustických vln nepostihuje zvuk ze stroje jen personál obsluhující tyto stroje, ale negativně ovlivní i lidi v okolních místnostech.

Z těchto poznatků se dá učinit závěr, že růst hlučnosti způsobují konstrukce a výroby strojů a zařízení, pracovní prostředí, venkovní a vnitřní prostor obytných budov a staveb. Z tohoto hlediska je nutná ochrana člověka před tímto nadměrným hlukem.

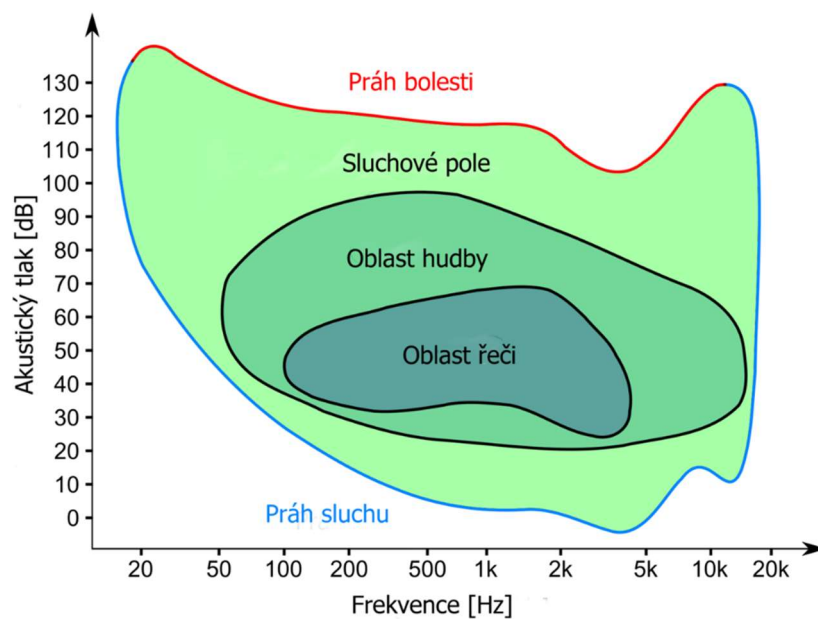
3.2.2 Účinky hluku na člověka

Pro hodnocení hluku se využívá hladina akustického tlaku, která odpovídá citlivosti lidského ucha. Pokud je hladina akustického tlaku nízká, lidé se necítí dobře. Hodnoty pod 30 dB určuje lidské ucho za příliš velké a nepříjemné ticho. Například při letu do vesmíru bylo nutno kosmonautům v kabině vytvořit i umělou kulisu zvuku.

V případě většího hluku, což znamená hodnoty trvale nad 85 dB, vznikají trvalé poruchy sluchu. Při hladině nad 160 dB dochází k protržení ušního bubínku.

Zásadním problémem je, že tělo se proti nadměrnému hluku nemůže výrazně bránit. U zraku je to jiné. Když na oční sítnici svítí nepříjemné světlo, oči se brání a zavřou se. U sluchu to nefunguje.

Z hlediska pracovní výkonnosti je výhodné navrhovat pracovní prostředí s přihlédnutím na snížení hluku. Pracovníci vykazují lepší pracovní výsledky, předchází se nebezpečí úrazu, únavě a bolesti hlavy, případně migrén.



Obr. 4 Sluchové pole

[4]

3.1.3 Boj proti hluku

První metodou boje proti hluku je redukce hluku ve zdroji. Spočívá to buď v úplném odstranění zdroje hluku nebo ve snižování hlučnosti. Bohužel stále není možné navrhovat stroje a strojní zařízení zcela bezhlučná.

Metoda dispozice navrhuje vhodné situování hlučných strojů a zařízení. Znamená to umístění hlučných prostor mimo chráněné místnosti.

Metodou izolace se rozumí odizolování stroje, zařízení nebo celé hlučné místnosti od chráněných prostor.

Čtvrtá metoda se zabývá aplikací prostorové akustiky. Využívá zejména zvukové pohltivosti. Používá se při snižování hlučnosti uvnitř místnosti.

Poslední metodou je využívání osobních ochranných pomůcek. Uplatňuje se až v momentě, kdy nelze z určitých důvodů použít předchozí metody.

3.3 Zvuk

3.3.1 Podstata zvuku

Z fyzikálního hlediska je zvuk jako mechanické vlnění pružného prostředí. Toto vlnění člověk vnímá sluchem. Akustika se zabývá frekvenčním rozsahem, který odpovídá kmitočtovému rozsahu lidského ucha. Slyšitelný zvuk se liší dle použité literatury. Autoři Jiří Vaverka a kol. ve svém díle *Stavební fyzika* uvádí frekvenční rozsah 20 až 20 000 kmitů za sekundu. Na internetové stránce www.profesis.ckait.cz doc. Ing. Jan Kaňka, Ph.D. zmiňuje rozsah slyšitelného zvuku v rozmezí 16 až 16 000 kmitů za sekundu.

Akustika se zabývá mechanickými kmity v širším frekvenčním pásmu. Jedná se o tři pásma: infrazvuk (kmitočet nižší než 20 Hz, příp. 16 Hz), slyšitelné pásmo (kmitočet 20 Hz až 20 kHz, příp. 16 Hz až 16 kHz) a ultrazvuk (kmitočet vyšší než 20 kHz, popř. 16 kHz).

3.3.2 Šíření zvuku

V pevných látkách se zvuk šíří jako podélné nebo příčné vlnění nebo kombinací. U pevných látkách se hovoří o chvění. Pouze podélné vlnění prochází kapalinami a plyny. Podstatou podélného vlnění je kmitání malých částic, které je shodné se směrem šíření vlny.

Zvuk se v budovách šíří vzduchem nebo konstrukcemi. Zvuk prochází konstrukcemi přímou cestou přes stěnu či strop tzv. přímou cestou, nebo se šíří

nepřímou cestou. Nepřímou cestou se zvuk přenesse přes stěnu a stěna přenesse chvění do dalších konstrukcí budovy. V reálném prostředí se zvuk ovlivňuje dodatečnými útlumy.

3.4 Vlastnosti zvuku

3.4.1 Intenzita zvuku – decibel

Akustickou intenzitou zvuku se rozumí plošná hustota akustického výkonu. S rostoucí intenzitou se snižuje citlivost lidského ucha. Když je hladina akustického výkonu vyšší, ucho ztrácí schopnost vnímat přírůstek v plné hodnotě. Tato závislost je logaritmická. Díky této vlastnosti je člověk schopen vnímat i velmi slabé zvukové signály a zároveň chrání před zvukem vysoké intenzity. Akustická intenzita se nazývá hladina akustické intenzity a značí se L [dB].

Hladina akustické intenzity a hladina akustického tlaku nabývají vždy stejné hodnoty. Rozdíl mezi nimi se ale dá najít. Intenzita je vektor, a proto má i směr šíření zvuku. Akustický tlak popisuje stav prostředí v daném místě a nebere zřetel na směr šíření zvuku. Když se v praxi popisuje síla zvuku, používá se hladina akustického tlaku, protože s tlakem více souvisí vnímání zvuku.

3.4.2 Kmitočet zvuku – váhová korekce zvukoměru

Kmitočet zvuku se zabývá počtem periodických změn akustického tlaku za sekundu. Jedná se o výšku tónu. Průběh tónového zvuku se dá představit pomocí tvaru sinus a cosinus, kde je průběh hodnot akustického tlaku harmonický. Parametry pro určení kmitočtu jsou efektivní hodnota amplitudy. Amplituda je nejvyšší hodnota akustického tlaku. Efektivní hodnota je její 0,707násobek. Dalším parametrem je vlnová délka. Jedná se o dráhu vlny během jednoho kmitu.

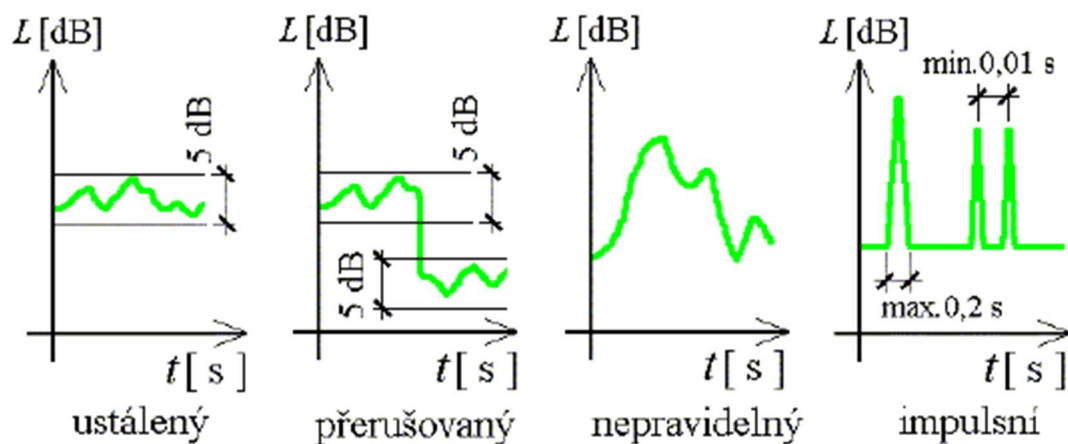
Skutečné zvuky však nejsou vždy čistě harmonické. V praxi to znamená, že zvuk je směsí určitého počtu tónových zvuků o různé amplitudě a kmitočtu.

Oblast slyšitelných kmitočtů se rozděluje do jedenácti oktávových pásem. Každé pásmo má charakteristický střední kmitočet. Oktávu si lze představit jako interval mezi dvěma kmitočty. Zde platí že druhý je dvojnásobek prvního.

Charakter zvuku poskytuje akustické spektrum. Toto spektrum se nejčastěji pohybuje v rozmezí 125 až 4000 Hz, jelikož z hlediska nepříznivých účinků běžných zdrojů zvuku mají ostatní pásma menší důležitost.

3.4.3 Působení zvuku v čase – ekvivalentní hladina

Důležitou součástí vlastnosti zvuku je jeho průběh a trvání v čase. Zvuk lze charakterizovat jako ustálený, což znamená, že kolísá v rozsahu menším než 5 dB. Takto ustálený zvuk se ovšem moc nevyskytuje. Mnohem častější je zvuk proměnný, ten se dále dělí na nepravidelný, který kolísá v čase v rozsahu větším než 5 dB, a přerušovaný, kde se hladina mění skokem v rozsahu větším než 5 dB a v dílčích intervalech je ustálená. Zvláštní druh je zvuk impulzivní, který má rychlý vzestup hladiny akustického tlaku a následný pokles a trvání do 0,2 sekund). Lze si pod tím představit například úder kladiva.



Obr. 5 Zvuk v závislosti na čase

[5]

Proměnný zvuk se hodnotí ekvivalentní hladinou akustického tlaku. Je to z důvodu, že na zdraví má rozhodující vliv působení zvuku, kterému je člověk dlouhodobě vystaven. Tato hodnota se vztahuje vždy k určitému časovému intervalu.

3.5 Akustika

3.5.1 Akustika stavebních konstrukcí

Akustika stavebních konstrukcí tvoří samostatnou část oboru akustiky. Jejím okruhem řešení je problém související s šířením zvuku stavebními konstrukcemi.

Hlavní částí akustiky stavebních konstrukcí je zvuková izolace v budovách. Zvuková izolace má za úkol zamezit šíření hluku z jedné místnosti do druhé. Do hlučného prostoru se zařazuje i venkovní prostor před fasádou.

Ve stavební konstrukci existují tři typy šíření zvuku:

- zvuk šířící se vzduchem – akustické vlny šířící se vzduchem dopadají na konstrukci,
- zvuk vznikající mechanickým působením – vzniká hlavně na horizontální konstrukci (podlaha, strop),
- zvukové vlnění šířící se konstrukcí.

Akustika stavebních konstrukcí se rozděluje na dvě samostatné části. V první část se jedná o zvuk vyzařující do okolního prostředí, do vzduchu. Tento zvuk dopadá na stavební konstrukce, zde se šíří chvěním, poté ho lze slyšet ve vedlejší, tzv. příjmové místnosti. Součástí jsou hlasové projevy osob, zvířat, reprodukováná hudba. Další skupinu tvoří zdroje zvuku dopadající v přímém kontaktu se stavební konstrukcí, do které přenáší mechanické impulzy. Tento zdroj zvuku může být lidská chůze, dopad předmětu na podlahu. Označuje se jako zvuk přenášený konstrukcí.

3.5.2 Vzduchová neprůzvučnost

Do prostoru se zvuk šíří od zdroje. Zdrojem zvuku může být například osoba nebo zařízení. Vlivem vzdálenosti od zdroje hluku lze rozpoznat, jakým směrem se hluk šíří. Pokud je zdroj v krátké vzdálenosti, je zvuk šířen polem přímých vln. V delší vzdálenosti se zvuk rozkládá vlivem odražených vln na pole vln přímých a pole vln odražených. Zvuk dopadající na stavební konstrukci se rozděluje na zvuk odražený, pohlcený, ztracený a přenesený. Díky tomu se intenzita zvuku, který projde konstrukcí, sníží.

Vzduchová neprůzvučnost je vlastnost stavební konstrukce, která umožňuje snížit akustický výkon zvuku šířeného vzduchem skrz konstrukci. Vzduchovou neprůzvučnost lze vyjádřit vztahem:

$$R = 10 \cdot \log \left(\frac{W_{do}}{W_{pr}} \right) \quad (1)$$

Kde

- | | |
|----------|-------------------------------------|
| R | vzduchová neprůzvučnost |
| W_{do} | akustický výkon dopadajícího vlnění |
| W_{pr} | akustický výkon prošlý konstrukcí |

Vzduchová neprůzvučnost musí vyhovět minimálním požadavkům hodnot. Tyto hodnoty jsou stanoveny pro vnitřní stěny oddělující jednotlivé byty a pro stěny zdravotnického zařízení. Stěny mají od výrobce určenou laboratorní vzduchovou neprůzvučnost. Ta se označuje R_w . Mezi laboratorní a stavební vzduchovou neprůzvučností je následující vztah:

$$R'_w = R_w - k \quad (2)$$

Kde

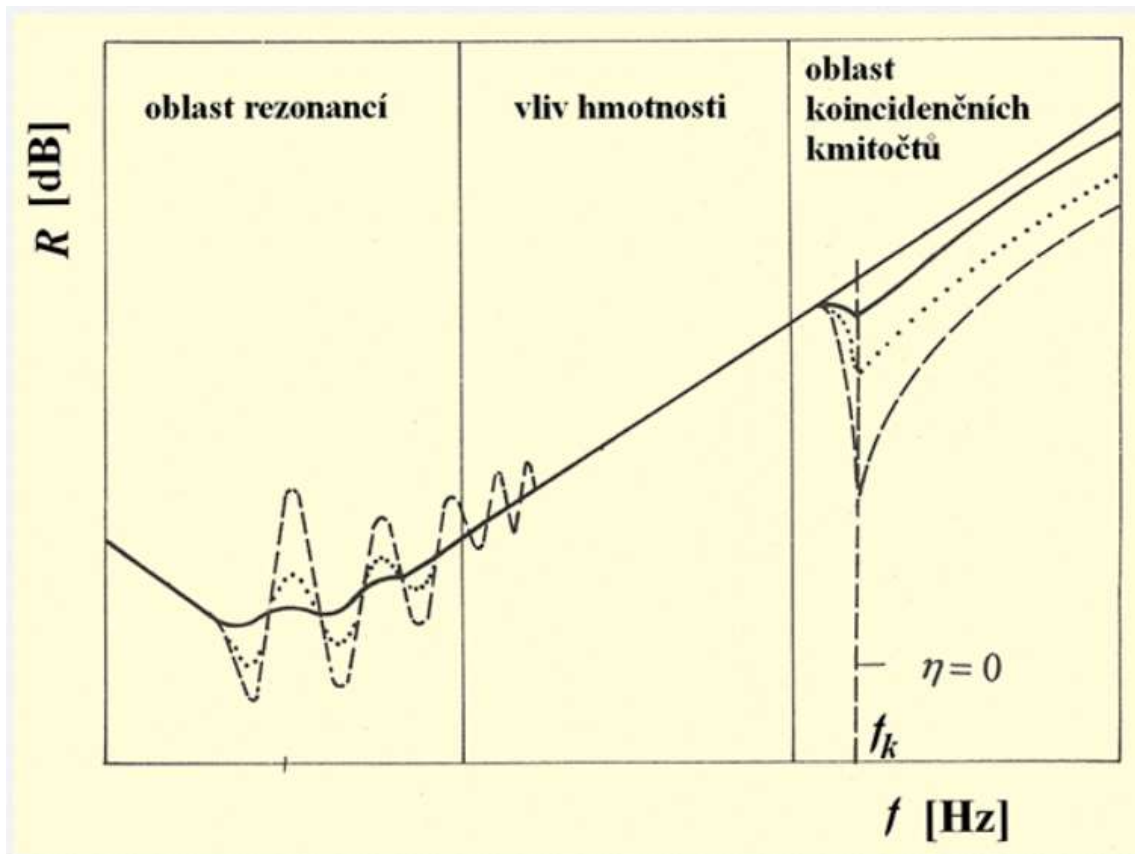
- R'_w stavební vzduchová neprůzvučnost v dB
- R_w laboratorní vzduchová neprůzvučnost v dB
- k korekce závislá na vedlejších cestách šíření vzduchu (1-15 dB)

Korekce, která je závislá na vedlejších cestách šíření zvuku dosahuje hodnoty 2 dB pro všechny dělicí konstrukce zděných nebo montovaných panelových staveb z klasického materiálu, hodnoty 2–5 dB pro těžké dělicí konstrukce ve skeletových stavbách a hodnoty 4–8 dB pro lehké dělicí konstrukce ve skeletových, ocelových stavbách nebo dřevostavbách.

Stavební i laboratorní neprůzvučnost jsou závislé na kmitočtu. Hodnoty neprůzvučnosti se uvádí v celkem šestnácti pásmech v rozmezí od 100 do 3150 Hz. Pro zjednodušení hodnocení stavební neprůzvučnosti byla zavedena jednočíselná hodnota určená na základě porovnání šestnácti hodnot kmitočtových pásem se směrovou křivkou. Tomuto zjednodušení se říká vážená stavební neprůzvučnost R'_w .

Neprůzvučnost jednoduché stěny

Neprůzvučnost jednoduché stěny má tři oblasti. Při posouzení záleží na objemové hmotnosti, rychlosti šíření podélných zvukových vln, ztrátovém činiteli a na tloušťce.



Obr. 6 Průběh vzduchové neprůzvučnosti jednoduché stěny

[6]

První oblast se zabývá rezonancí a tuhostí. Neprůzvučnost je v této oblasti velmi nízká a proměnná.

Druhá oblast je oblast hmotnosti. Projevuje se zde vliv plošné hmotnosti stěny. Neprůzvučnost zde roste v závislosti právě na této plošné hmotnosti. Pokud zdvojnásobíme tloušťku příčky, zvýší se vzduchová neprůzvučnost o 6 dB.

Třetí oblast se zabývá oblastí koincidence (náhody). Je zde pokles vzduchové neprůzvučnosti vlivem ohybové tuhosti konstrukce.

Neprůzvučnost dvojitých stavebních prvků

Dvojitě stavební prvky se skládají ze dvou jednoduchých prvků, které jsou odděleny pružnou vrstvou, což vede ke zvýšení neprůzvučnosti.

Neprůzvučnost stavební konstrukce stropu se vypočítá následujícím vztahem:

$$R_w = \left[37,5 * \log \left(\frac{m'_1}{m'_0} \right) \right] - 42 \quad (3)$$

Kde

R_w vzduchová neprůzvučnost nosné vrstvy stropu

m'_1 plošná hmotnost nosného prvku stropu

Dále se počítá oblast vlivu rezonance. Rezonance vzniká díky „pružinovému“ efektu elastické separační vrstvy mezi dvěma hmotnými prvky. Určuje se dle rezonančního kmitočtu f_0 , který je dán vztahem:

$$f_0 = 160 * \sqrt{s' * \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \quad (4)$$

Kde

s' dynamická tuhost pružné vrstvy

m'_1 plošná hmotnost prvku 1

m'_2 plošná hmotnost prvku 2

Výsledná vzduchová neprůzvučnost R_w se vypočítá vztahem:

$$R'_w = R_w + \Delta R_w - k \quad (5)$$

Vážená vzduchová neprůzvučnost se posuzuje dle ČSN 73 0532 a nesmí být nižší než hodnoty v tabulce.

3.5.3 Kročejová neprůzvučnost

Vlivem mechanických rázů vzniká ve stavebních konstrukcích kročejový zvuk. Mezi kročejový zvuk spadá například lidská chůze. Šíří se chvěním stavební konstrukce. Zamezení přenosu chvění se provádí použitím měkké nášlapné vrstvy nebo vložením zvukově izolační vrstvy do konstrukce a vložením dilatačních pásů kolem místnosti.

Z hlediska kročejového zvuku lze podlahy hodnotit pomocí podrobného výpočtu nebo pomocí akustického měření. Kročejový zvuk se nešíří pouze v místě pod posuzovanou podlahou, ale šíří se konstrukcí diagonálně i horizontálně.

Podlahy se dělí dle akustických vlastností do tří základních skupin:

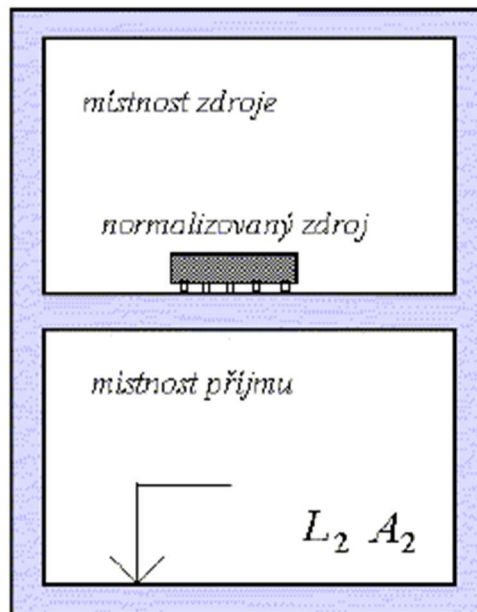
- těžké plovoucí podlahy – tl. $h \geq 50$ mm, $m' \geq 75$ kg/m²,
- lehké plovoucí podlahy – tl. 40 mm $\geq h \geq 25$ mm, $m' \geq 15$ kg/m²,
- podlahové povlaky textilní, z PVC a pryže.

Hluk, který vzniká nárazem na stavební konstrukci se hodnotí pomocí normalizovaného kročejového hluku L_n . Hladina normalizovaného kročejového hluku je dána vztahem:

$$L_n = L_2 + 10 \log \left(\frac{A_2}{A_0} \right) \quad (6)$$

Kde

- L_n průměrná hladina akustického tlaku v přijímací místnosti v dB
 L_2 hladina akustického tlaku v přijímací místnosti v dB
 A_2 ekvivalentní pohltivá plocha v přijímací místnosti v m³
 A_0 referenční hodnota $A_0 = 10$ m³



Obr. 7 Kročejová neprůzvučnost

[7]

Kročejová neprůzvučnost mezi místnostmi v budovách musí vyhovovat maximálním požadovaným hodnotám normalizovaného kročejového zvuku (hladiny akustického tlaku). Pro normalizovanou hladinu kročejového zvuku L_n platí vztah:

$$L_{nw} = L_{nw,eq} - \Delta L_w + k \quad (7)$$

Kde

L_{nw} normalizovaná hladina kročejového zvuku

$L_{nw,eq}$ index ekvivalentní hladiny kročejového hluku holého stropu

ΔL_w index zlepšení kročejové neprůzvučnosti podlahy

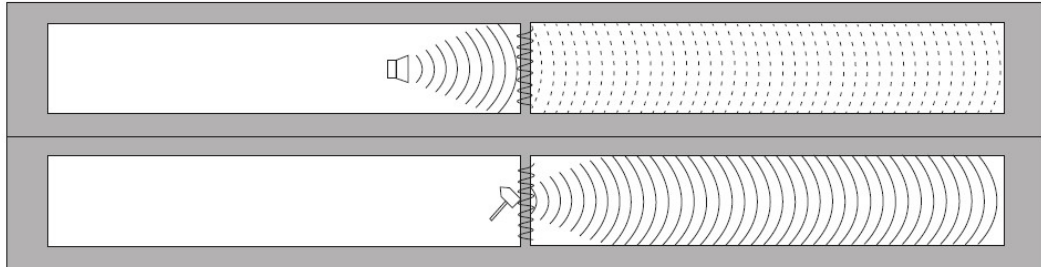
k korekční faktor, který závisí na druhu stropní konstrukce

Korekce k značí korekci závislou na vedlejších cestách šíření zvuku.

Pro kročejovou neprůzvučnost jsou hodnoty korekce k v rozmezí 0-2 dB.

3.5.4 Strukturální hluk

Strukturální hluk je vibrace, která se šíří nosnou konstrukcí. Tento zvuk může být vnímán dotykem. Jediná možnost, jak se mu dá vyhnout je oddělení nosných konstrukcí. Strukturální hluk působí i přímo na konstrukci. Lze si to představit jako úder kladiva.



Obr. 8 Strukturální hluk šířící se konstrukcí

[8]

3.5.5 Neprůzvučnost obvodových plášťů

Při neprůzvučnosti obvodových plášťů se jedná o plošné zastoupení a neprůzvučnost jednotlivých částí obvodového pláště. Pokud se použijí údaje o prvcích stanovených výpočtem bude vypočtená hodnota neprůzvučnosti fasády zpravidla o něco nižší než skutečná hodnota. Je to vzhledem ke směrovému dopadu zvukové vlny na fasádu.

Nejslabší v tomto ohledu bývají výplně otvorů. Závisí to na plošném zastoupení a neprůzvučnosti zasklení a rámu. Zasklení otvorů je tvořeno izolačním trojsklem

vyplněným netlumenou separační vrstvou – vzácným plynem. Neprůzvučnost je tvořena plošnou hmotností všech tří skleněných tabulí.

Postup návrhu obvodové stěny v chráněných místnostech je založen na principu složené stěny. Vychází se ze dvou prvků – zděné stěny a výplní otvorů. Pokud je ve stěně více otvorů, mají společnou plochu S_o a stejnou váženou neprůzvučnost R_{wo} . Stěna obvodového pláště má plochu S_s a neprůzvučnost R_{ws} .

Při návrhu se vychází z hodnoty požadavku vnější ekvivalentní hladiny akustického tlaku 2 m před obvodovým pláštěm a také v závislosti na druhu chráněné místnosti.

Pro výslednou celkovou váženou neprůzvučnost složené stěny obvodového pláště platí:

$$R_w = -10 \log \sum_{i=1}^n p_i \cdot 10^{-0,1R_{w,i}} \quad (8)$$

Kde

R_w celková vážená neprůzvučnost složené stěny obvodového pláště v dB

p_i dílčí poměr ploch $p_i = S_i/S = 1$

$R_{w,i}$ vážená neprůzvučnost dB

Vážená vzduchová neprůzvučnost musí vyhovovat nerovnici:

$$R'_w \geq R'_{w,pož} \quad (9)$$

3.6 Akustika ve vnitřních prostorech

Akustika ve vnitřních prostorech se zabývá převážně uložením schodiště tak, aby se co nejvíce zabránilo přenosu kročejového hluku, odhlučnění tepelného čerpadla a vzduchotechnické jednotky a řešení konstrukce výtahové šachty.

3.6.1 Omezení přenosu hluku a vibrací z nášlapné vrstvy do stěn

V případě, že se dobře nevyřeší akustická izolace podlah a nezamezí se přenosu zvuku do okolních konstrukcí, vzniká zde při bydlení značný nekomfort. V případě podlah se musí dodržet požadavky na vzduchovou i kročejovou neprůzvučnost.

V projektu je uvažováno s těžkou plovoucí podlahou. Principem těžkých plovoucích podlah je použití betonu nebo anhydritu jako roznášecí vrstvy. Na nosnou stropní konstrukci se umístí pružné izolační materiály, nejčastěji na bázi minerálních vláken, pružné pěny. Součástí je i umístění izolačního materiálu mezi stěnu a roznášecí

vrstvu, aby se zamezilo šíření zvuku mezi stěnami. Poté je nutné na izolační vrstvu dát PE fólii. Na vrstvu betonu se nakonec umístí konečná povrchová úprava.

K zabezpečení řádné funkce plovoucích podlah je nezbytné dodržet tyto zásady:

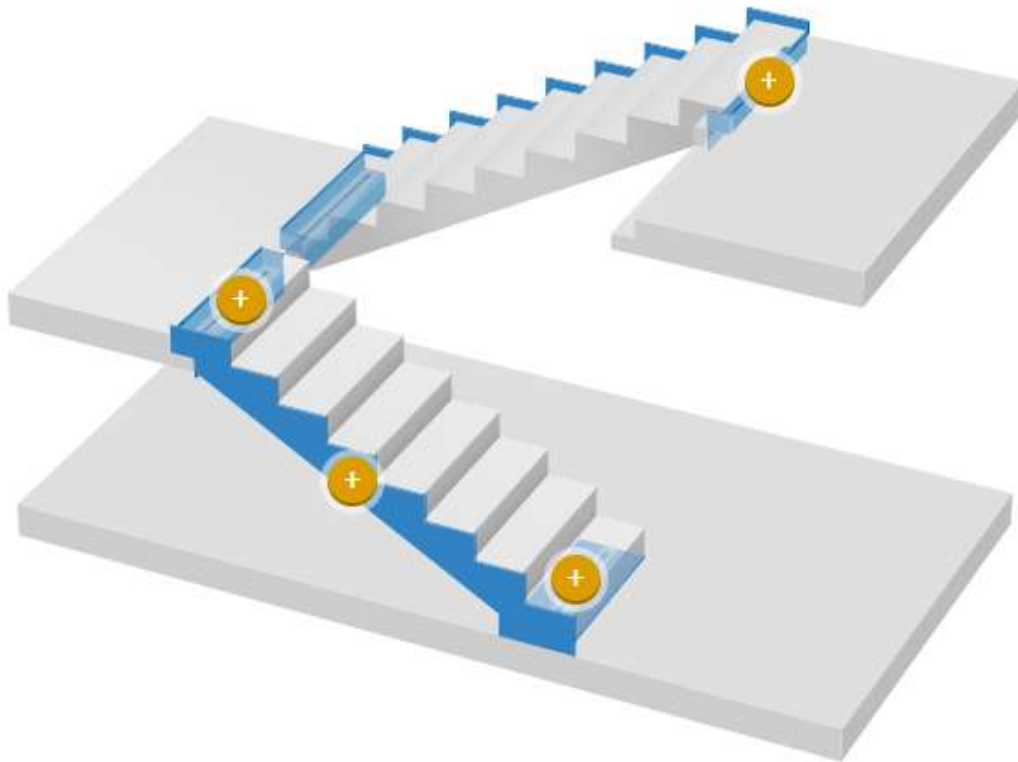
- betonová mazanina musí být oddělena od tepelné izolace svařenou PE fólií, která zabrání zatečení cementového mléka a tím jejímu akustickému i tepelně izolačnímu znehodnocení,
- zvukoizolační podložka musí zcela oddělovat roznášecí vrstvu od nosné desky i okolních obvodových stěn. K tomu se užijí okrajové pásky z miralonu tl. 10 mm, u podlah s podlahovým vytápěním je použit dilatační okrajový lem tl. 10 mm. Tyto pásky se u obvodových stěn překryjí pouze lištou, případně uzavřou vrstvou trvale plastického tmelu,
- vzdušné cesty, včetně těch vzniklých smršťování, je třeba odstranit; porézní materiály a mezery ve spojích v konstrukci musí být utěsněny.
- rezonance se musí také odstranit; mohou se objevit, pokud nějaká část konstrukce (jako jsou suché obklady) silně vibruje na určité zvukové frekvenci (rozsah) a přenáší více energie v tomto rozsahu,
- instalační potrubí musí být uložena pružně vzhledem ke stavebním konstrukcím, aby byl omezen hluk šířící se konstrukcemi,
- odpadní potrubí budou v kritických místech opatřena zvukovou izolací, stejně tak musí být pružně uloženy zařizovací předměty v koupelnách.

3.6.2 Uložení schodiště

Schodiště je nutné ochránit před přenosem kročejového hluku. Tato ochrana je provedena odizolováním pružným materiálem od stěn a podlah. Uložení schodiště lze řešit různými způsoby.

Celý systém uložení schodiště je řešen dle technických listů Schöck Transole. Na přerušení základové desky a schodišťového ramene je použit Typ B s Typem D. Stěny jsou odizolovány Typem L. Jedná se o přerušení ve sparách mezi stěnou a schodišťovým ramenem. Typ Z je použit pro odizolování podesty od stěn. Je to nosný prvek s typovým armokošem. Není potřeba provádět plovoucí podlahu na mezipodestě. Toto řešení umožňuje provádět tenké podlahové vrstvy. Pro odizolování schodiště od druhého

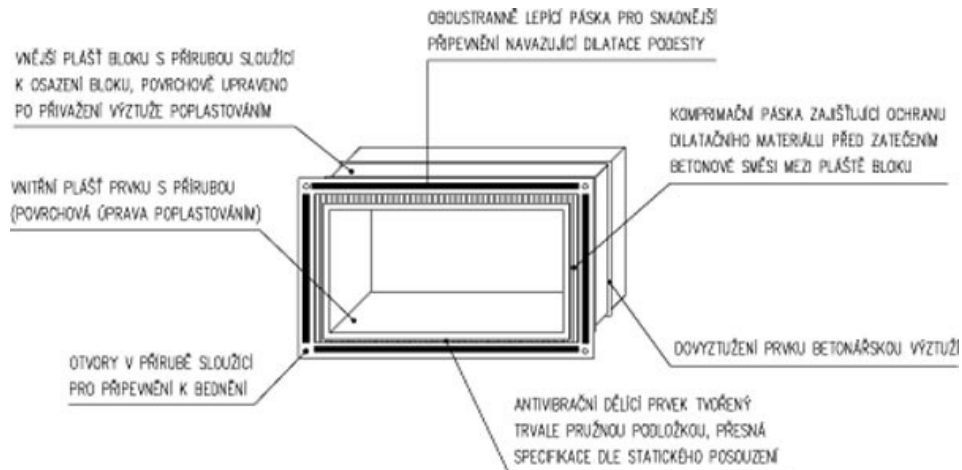
nadzemního podlaží slouží typ F. Typ F je určen k uložení ramene na podestu s ozubem. Všechny tyto typy slouží primárně k zamezení kročejového hluku.



Obr. 9 Schodišťový systém ochrany proti kročejovému hluku

[9]

Důležitou součástí řešení podesty je podestový blok. Základ bloku tvoří dva kovové pláště. Důvodem je zvýšení tuhosti. Vnější plášť je vyztužen betonářskou výztuží z důvodu stability.



Obr. 10 Uspořádání podestového bloku

[10]

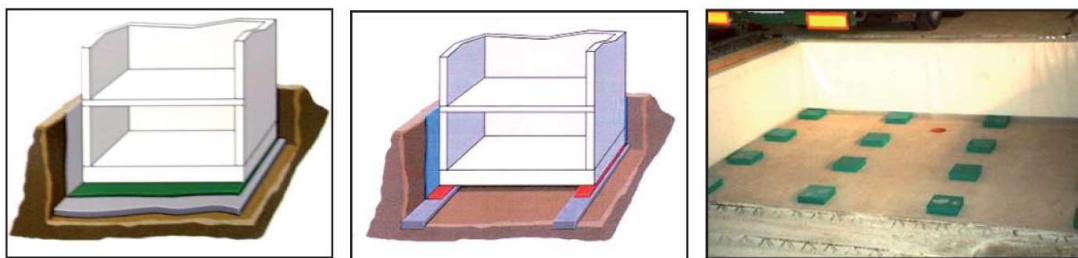
3.6.3 Uložení tepelného čerpadla a vzduchotechnické jednotky

Tepelné čerpadlo a vzduchotechnická jednotka jsou významným zdrojem hluku uvnitř budovy. Nachází se v technických místnostech. Pro zamezení šíření hluku a vibrací byly pro projekt vybrány trvale pružné pásy vyrobené na bázi polyuretanu nesoucí název Sylomer.

Součástí tepelného čerpadla a vzduchotechnické jednotky je vibrace a strukturální hluk. Tyto jevy můžou být snižovány přímo ve zdrojích. Pokud to není možné, dalším řešením je oddělení zdroje od okolních konstrukcí, což se provádí pomocí pružného uložení.

Sylomer se navrhuje na základě stálého statického zatížení [t/m^2]. Díky tomu existují tři způsoby uložení:

- celoplošné uložení – je výhodné v tom, že má jednoduché konstrukční metody a nebezpečí vibrací je nízké,
- uložení na pásy – používá se tam, kde je zatížení roznášeno liniově,
- uložení bodové – uložení na terče, aplikované zatížení určuje možné uložení na pružných terčích.



Obr. 11 Způsoby uložení – plošné uložení (zleva), uložení na pásy (uprostřed), uložení bodové (vpravo)

[11]

Vlastnosti Sylomeru

Pokud je Sylomer instalován na stavbě správným způsobem, nedojde k žádnému poškození. Dochází pouze ke stlačení v čase.

Při působení UV paprsků může dojít ke změně barvy materiálu. To ovšem neovlivní jeho funkci.

Sylomer je také odolný vůči olejům a mastnotám. Díky struktuře není materiál napadán bakteriemi ani houbami.

Maximální dovolené statické zatížení se pohybuje v rozmezí až 120 t/m². Jednotlivé typy materiálu jsou barevně označeny. To napomáhá k identifikaci na místě použití.

Standardní tloušťka je 12,5 mm a 25 mm.

Tab. 1 Typ materiálu dle barvy

[11]

Typ materiálu:

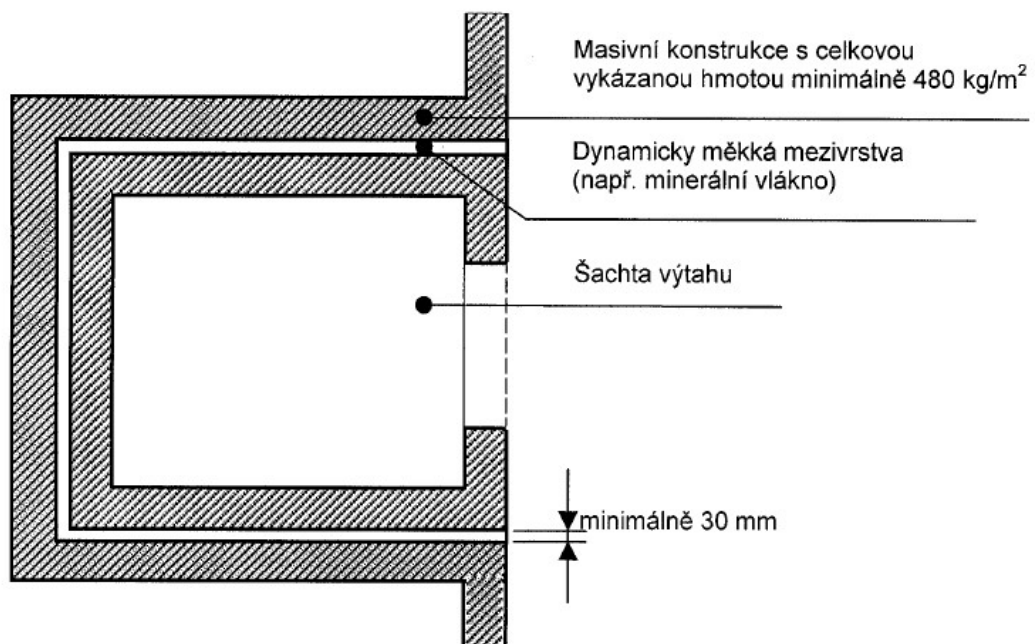
	SR 11	SR 18	SR 28	SR 42	SR 55	SR 110	SR 220	SR 450	SR 850	SR 1200	
Vlastnosti	Zkušební postup										
Barva	žlutá	oranžová	modrá	růžová	zelená	hnědá	červená	šedá	tyrkysová	fiolová	
Statický rozsah užití [N/mm ²]**	0,011	0,018	0,028	0,042	0,055	0,110	0,220	0,450	0,850	1,200	
Maximální zatížení [N/mm ²]**	0,5	0,75	1,0	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0	
Mechanický ztrátový číselník	DIN 53513*	0,25	0,23	0,21	0,16	0,17	0,13	0,13	0,11	0,12	0,09
Statický modul ve smyku [N/mm ²]	ČSN ISO 1827*	0,03	0,05	0,07	0,08	0,13	0,22	0,35	0,58	0,8	0,9
Dynamický modul ve smyku [N/mm ²]	ČSN ISO 1827*	0,1	0,12	0,15	0,17	0,26	0,42	0,64	1,0	1,4	1,6
Odolnost proti oděru [mm ³ ****]	DIN 53516	1400	400	1300	1200	1100	1100	1000	400	300	350
Statický modul pružnosti [N/mm ²] (v horní mezi statického rozsahu užití)**	DIN 53513*	0,061	0,097	0,166	0,282	0,367	0,87	1,44	3,30	7,2	10,4
Dynamický modul pružnosti [N/mm ²] (v horní mezi statického rozsahu užití)**	DIN 53513*	0,172	0,280	0,437	0,611	0,753	1,36	2,54	5,04	11,1	16,4
Odolnost k napnutí pro 10 % deformaci [N/mm ²]		0,012	0,020	0,031	0,047	0,061	0,12	0,22	0,42	0,86	1,08
Provozní teplota [°C]	-30 až +70										
Teplotní maximum [°C]	krátkodobě**** +120										
Hořlavost	DIN 4102 ČSN EN ISO 11925-2 B 2 B, C a D										

Montáž

Materiál se pokládá na předem připravený hladký a suchý povrch. Spoje jsou přelepeny páskou.

3.6.4 Výtah

Řešení pro kročejový hluk výtahů obsahuje norma ČSN 27 4210 – Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů. Tato norma určuje, že výtahová šachta je nejlépe oddílatovaná tím, že se udělá dvojitá masivní konstrukce, která se oddílá pomocí minimálně 30 mm dynamicky měkké mezivrstvy.



Obr. 12 Řešení šachty výtahu dle ČSN 27 4210

V projektu je navržena šachta tl. 200 mm a stěna z broušených cihelných bloků typu THERM tl. 190 mm. Tato šachta je oddělena 50 mm minerální vaty. Tento návrh odpovídá normě ČSN 27 4210.

4. Hluková studie

4.1 Hluk

Hlukem se rozumí jakýkoli hluk, který vyvolává nepříjemné a rušivé pocity nebo má škodlivý účinek. Tyto účinky se definují vzhledem k danému člověku.

Nejčastějšími zdroji hluku jsou doprava, průmysl, stavební činnost, hudba, hluk spojený s bydlením a rekreační hluk. Hluk spojený s bydlením si většinou člověk působí sám. Jsou to například domácí spotřebiče. Nejvýznamnějším zdrojem hluku je doprava. Ta působí ve dne i v noci 365 dní v roce.

4.1.1 Hluk z dopravy

Problémem současné doby je zvyšování intenzity dopravy a tím i hluková zátěž obyvatelstva. Hluková studie slouží pro hodnocení hluku a jeho dopad na zdraví obyvatel. Studie má za úkol určit hodnoty hlukové zátěže v chráněných prostorech dané situace, jejich porovnání s platnou legislativou a případné úpravy pro zlepšení nevyhovujícího stavu.

4.1.2 Venkovní hluk

Nástroji pro ochranu před hlukem z dopravy existuje celá řada. Hluk snižuje například zeleň. Zeleň má i estetický účinek, tři metry široký pás dokáže snížit hluk o čtvrtinu. Dále to jsou hlukové stěny. Ty lze aplikovat tam, kde je dostatek prostoru. Jsou projektovány tak, aby zvuk jen neodrážely, ale i pohlcovaly. Dalším nástrojem je snížení rychlosti. Toto řešení není vždy vhodné. Když se objekt nachází například u křižovatky, nákladní automobily, které sníží rychlost a následně se rozjíždí paradoxně způsobí větší hluk než při konstantní rychlosti. Při této variantě je nutné omezit rychlost nejenom na papíře, ale i ve skutečnosti při běžném provozu. To by se dalo ovlivnit například umístěním radaru a vyfocení konkrétních SPZ při zvýšené rychlosti. Další volbou mohou být organizační změny v dopravě. Jedná se například o snížení jízdních pruhů, zúžení vozovky, zpomalovače. To má vliv i na míru hlukové zátěže. V neposlední řadě lze uvažovat o výměně povrchu vozovky. Některé povrchy mohou snížit hluk až o 12 dB.

4.1.3 Vnitřní hluk

Proti vnitřnímu hluku lze v projektu aplikovat protihluková okna. Běžná okna, které mají jednu nebo dvě skleněné tabule, mohou tlumit hluk do jisté míry. Navržením vhodných protihlukových oken lze hluk snížit až o 75 %. Nevýhodou je, že se efekt protihlukového okna ztrácí v momentě, kdy je okno otevřeno. Další ochranou jsou organizační změny v bytě. Toto řešení se dělá až v nejzazších případech.

Tyto opatření neřeší příčinu problému, ale následek. Prioritou by proto mělo být snížení hluku venku.

4.2 Legislativa

Zákon č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví definuje pojmy chráněný venkovní prostor, chráněný venkovní prostor staveb a chráněné vnitřní prostory staveb. V praxi se hodnotí bod 2 m před středem okna. Okno je nejslabším prvkem fasády.

Pro jednotlivé typy chráněných prostorů existují hygienické limity v závislosti na typu chráněného prostoru a typu zdroje hluku. Hygienické limity jsou pro hluk z dopravy definovány dle ekvivalentní hladiny akustického tlaku A v decibelech.

Dalším požadavkem je požadavek pro zvukovou izolaci obvodového pláště. Tento požadavek je stanoven v normě ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky.

Hygienické limity pro hluk a vibrace z dopravy jsou v České republice stanoveny v Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů. Hygienické limity hluku jsou stanoveny pro následující prostory:

- chráněný venkovní prostor,
- chráněný venkovní prostor staveb,
- chráněný vnitřní prostor staveb,
- pracoviště.

4.2.1 Chráněný venkovní prostor

Pojmem chráněné venkovní prostory se rozumí nezastavěné pozemky. Tyto pozemky jsou užívány k rekreaci, lázeňské léčebně rehabilitační péče a výuce.

4.2.2 Chráněný venkovní prostor staveb

Ve vzdálenosti 2 m před částí obvodového pláště se nachází chráněný venkovní prostor staveb. Tento prostor je významný pro posuzování rodinných domů, bytových domů, staveb pro předškolní a školní výchovu a pro zdravotní a sociální účely. Slouží k zamezení pronikání hluku z venku do chráněného vnitřního prostoru.

4.2.3 Chráněný vnitřní prostor staveb

Do chráněného vnitřního prostoru staveb lze zařadit obytné místnosti a místnosti ve školách a zdravotnických zařízeních.

4.3 Normativní požadavky pro silnici II. třídy

Normativní požadavky pro hluk z dopravy jsou uvedené v nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů. Domov pro seniory se nachází v blízkosti silnice II. třídy. §12 odstavec 3 říká, že hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A, s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulzního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ 50 dB a korekcí přihlížejícího ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době. Tyto hodnoty jsou určeny v následující tabulce:

Tab. 2 Hodnoty normové hodnoty pro ekvivalentní hladinu akustického tlaku

[14]

Druh chráněného prostoru	Korekce [dB]			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	-5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+5	+10	+20

Korekce uvedené v tabulce se nesčítají. Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB.

3) se použije pro hluk z dopravy na silnicích II. třídy.

4.4 Hluk+

Posouzení dopravní hlukové studie je v projektu provedeno v programu Hluk+. Tento program umožňuje posouzení hluku ve dne a v noci. V programu lze vymodelovat situace v okolí novostavby. Součástí je i modelování stávající zástavby.

Prvním krokem v programu je vložení podkladové mapy ve formátu *.dxf. Poté se vymodeluje zástavba a také posuzovaná novostavba. Určí se výška objektů a půdorysná velikost. Poté se vymodelují komunikace. Komunikace se modeluje postupným klikáním úseček. Každé kliknutí znamená zpomalení a rozjíždění aut. To tvoří značný hluk. Nakonec se zde modeluje zeleň, která má značný vliv na útlum hluku. Dále se zde navolí dva posuzované body. Body se nachází dva metry před fasádou. Poté se spočítají jednotlivá pásma a určí se ekvivalentní hladina akustického tlaku 2 metry před fasádou.

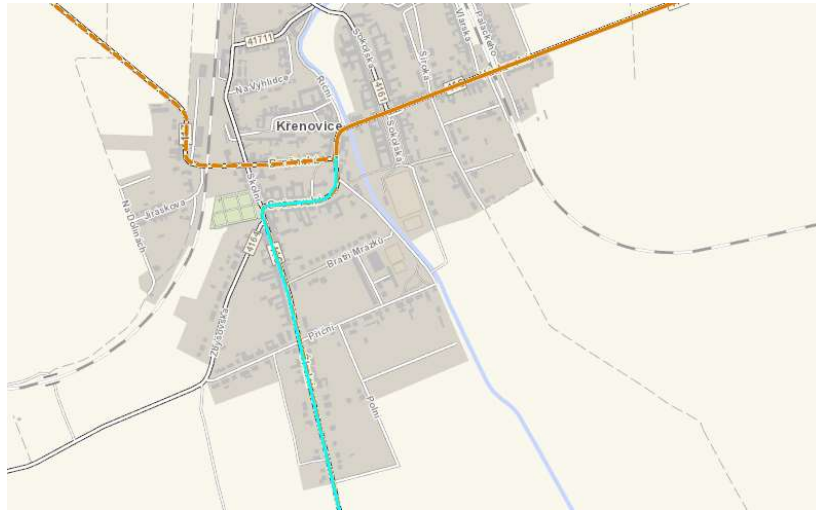
Novostavba je samostatně stojící objekt, který se nachází v obci Křenová. Leží vedle obecního úřadu. Naproti stavby se nachází řadové domy.



Obr. 13 Posuzovaná oblast obce Křenovice

[1]

V okolí novostavby se nachází dvě komunikace. První silnice je II. třídy, která prochází před objektem. Jedná se o komunikaci na ulici Školní. Hodnoty sčítání dopravy jsou k nalezení na webu ŘSD ČR. Sčítání proběhlo v roce 2016.

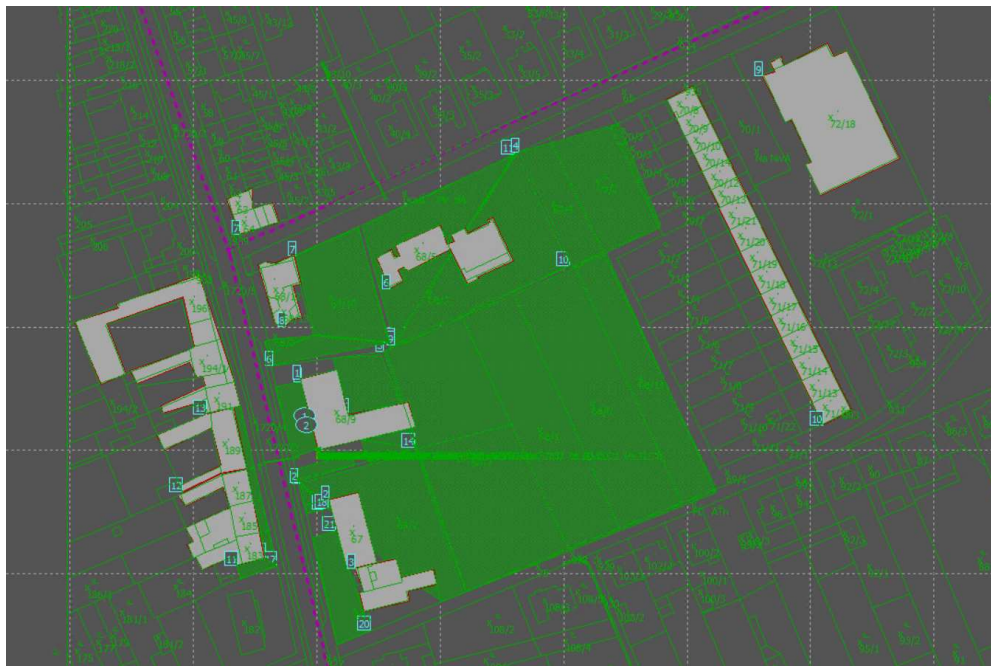


Obr. 1 Mapa obce Křenovice s vyznačením posuzované silnice

[13]

Druhá modelovaná silnice vede ke sportovní hale v Křenovicích. Pro tuto silnici neexistují čísla počtu automobilů projetých na silnici. Tato hodnota byla určena dle počtu parkovacích míst u haly vynásobených dvěma.

Důležitou roli zde hraje i zeleň, která má za úkol snížení hlučnosti v okolí objektu.



Obr. 14 Ukázka modelované situace v programu Hluk+

4.5 Posouzení

Po vymodelování celé situace je nutné posoudit výsledky s normativními požadavky. Tyto požadavky jsou zvlášť pro den a zvlášť pro noc. Je vhodné nejprve posuzovat situaci pro noc, jelikož pokud tento výsledek nevyjde, musí se zvolit další opatření. V případě posuzovaného projektu doprava pro hluk vyhoví normovým požadavkům.

Závěr

Diplomová práce se zabývala novostavbou domova pro seniory v obci Křenovice u Brna. V první části byla řešena projektová dokumentace, architektonické a stavební řešení. Druhá část byla zaměřena na techniku prostředí staveb. Navrhovalo se zde optimální řešení umělého osvětlení, nuceného větrání, zdroje tepla a ohřevu vody a fotovoltaiky. V poslední části se diplomová práce věnuje akustice.

V části akustika se diplomová práce zaměřovala na definici zvuku a hluku, akustiku stavebních konstrukcí uvnitř objektu, konkrétně na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost a také posouzení neprůzvučnosti obvodového pláště. Dále se část akustiky věnovala akustice ve vnitřních prostorech. Jednalo se o omezení přenosu hluku a vibrací z nášlapné vrstvy do stěn, uložení schodiště, tepelného čerpadla a vzduchotechnické jednotky. V závěrečné části byl posuzován hluk z dopravy ze silnice II. třídy vedoucí před objektem.

Daná stavba vyhovuje všem platným požadavkům, normám a zákonům z hlediska požárně bezpečnostního řešení stavby, tepelně technické vlastnosti, na hygienu a ochranu životního prostředí.

Diplomová práce byla vytvořena s pomocí programů MS office, AutoCAD, ArchiCAD a Lumion.

Seznam použitých zdrojů

Obrázky

- [1] CNES/Airbus,Eurosense/Geodis Slovakia, GEODIS Brno, Maxar Technologies, Mapová data. 2021. *Mapa obce Křenovice* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/@49.1398579,16.8306278,687m/data=!3m1!1e3?hl=cs-CZ>
- [2] ATREA s.r.o. 1998-2021. *DUPLEX 1500 Multi-V* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/duplex-1500-8000-multi-v>
- [3] NIBE Benátky nad Jizerou. *Tepelné čerpadlo NIBE F1345* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.nibe.cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda/novinka-tepelne-cerpadlo-nibe-f1345#ke-stazeni>
- [4] *Sluchové pole* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Pr%C3%A1h_sluchu_a_sluchov%C3%A9_pole#/media/Soubor:Sluchov%C3%A9_pole_-_Graf.png
- [5] *Zvuk v závislosti na čase* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-1-8/tp-1-8-3/#obr-1>
- [6] *Průběh vzduchové neprůzvučnosti* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/nepruzvucnost-jednoduche-steny-detail-4355>
- [7] *Kročejová neprůzvučnost* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-1-8/tp-1-8-3/>
- [8] JORDAHL® *JAI Akustická izolace výtahů* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://jpcz.cz> › Katalog_JAI_2020_CZ_DE
- [9] SCHÖCK-WITTEK s.r.o. 2021. *Schodišťový systém ochrany proti kročejovému hluku* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.schoeck.com/cs/tronsole>
- [10] KOLÁŘOVÁ, Z. 2010. *Schéma uspořádání podestového bloku* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-snizeni-prenosu-vibraci-a-krocejoveho-hluku-pomoci-podestovych-bloku.html>
- [11] Sylomer® *Technický list materiálu – JFP trade* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.jfptrade.cz>
- [12] PEŠTA, J., ZWIENER, V. 2019. *Limitní hodnoty hluku* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/hlukov%C3%A9-limity-m%C4%9B%C5%99en%C3%AD-hluk-%E2%80%93-stav-po-1-lednu-2019-894>

[13] ŘSD ČR. 2016. *Mapa obce s vyznačením posuzované silnice* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <http://scitani2016.rsd.cz/pages/map/default.aspx>

[14] *Nařízení č. 272/2011 Sb.* [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/narizeni-c-272-2011-sb-o-ochrane-zdravi-pred-nepriznivymi-ucinky-hluku-a-vibraci>

Webové stránky

[15] AION CS, s.r.o. 2010-2021. *Zákony* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>

[16] *ČSN databáze* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/uk/eiz/databaze/csn>

[17] *ČSN databáze* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/uk/eiz/databaze/csn>

[18] *Akustika staveb* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb/184-nepruzvucnost-obvodovych-plastu-budov>

[19] *Šíření zvuku v konstrukcích* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/3678.akustika-staveb-teorie-o-sireni-zvuku-v-konstrukcich>

[20] *Stavební akustika* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/stavebni-akustika>

[21] *Akustika* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/tp-1-8/tp-1-8-3/>

[22] *Sylomer* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.kotaca.cz/podrubrika.php?ID=32>

[23] *Sylomer* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <http://martinvalut.cz/wp-content/uploads/2019/02/sylomer.jpg>

[24] *Sylomer* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://sylomer-sylodyn.cz/downloads/>

[25] *Izolace podlahy proti hluku* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.stavebni-vzdelani.cz/podlaha-proti-hluku/>

[26] *Zvuková izolace* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.paroc.cz/knowhow/zvuk/zvukova-izolace>

[27] *Kročejová izolace* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/9240.lze-dupat-jako-slon>

[28] *Podestové bloky* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-snizeni-prenosu-vibraci-a-krojejoveho-hluku-pomoci-podestovych-bloku.html>

[29] *Plovoucí podlaha* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.perlikprojekce.cz/2011/01/plovouci-podlaha/>

[30] *Akustika* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <https://www.akustickareseni.cz/>

[31] *Akustika* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <http://www.akusting.cz/portfolio-item/muk/>

[32] *Ředitelství silnic a dálnic* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <http://scitani2016.rsd.cz/pages/map/default.aspx>

[33] *Hluk* [online]. [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: <http://hluk.eps.cz/hluk/zdroje-hluku-a-prehled-nastroju-reseni/>

Knihy

[34] REMEŠ, Josef, Ivana UTÍKLOVÁ, Petr KACÁLEK, Lubor KALOUSEK a Tomáš PETŘÍČEK a kol. *Stavební příručka: To nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů*. 2., aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-5142-9.

[35] NOVÝ, Richrad. *Hluk a chvění*. 3. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-04347-9.

[36] VAVERKA, Jiří, Václav KOZEL, Lubor LÁDYŠ, Miloš LIBERKO a Josef CHYBÍK. *Stavební fyzika I.: Urbanistická, stavební a prostorová akustika*. Brno: Tisk KIRAMO, 1998. ISBN 80-214-1283-6.

Normy, zákony, vyhlášky, a nařízení vlády

- ČSN 01 3420:2004 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části
- ČSN 01 3495:1997 Výkresy ve stavebnictví – Výkresy požární bezpečnosti staveb
- ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN 73 0810:2009 + Z1:2012 + Z2:2013 + Z3:2013 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- ČSN 73 0818:2002 + Z1:2002 Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektu osobami
- ČSN 73 0833:2010 + Z1:2013 Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování
- ČSN 73 0821:2007 Požární bezpečnost staveb – Požární odolnost stavebních konstrukcí
- ČSN 73 0873:2003 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou
- ČSN 73 4130:2010 Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky
- ČSN 73 6056:2011 Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel
- ČSN 73 6110:2006 + Opr.1:2012 + Z1:2010 Projektování místních komunikací
- ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky
- ČSN EN 17 037 Denní osvětlení budov:2019
- ČSN 73 0580-1:2007 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky + Z3:2019
- ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov + Z1:2019
- ČSN 73 0580-3:1994 Denní osvětlení budov – část 3: Denní osvětlení škol + Z3:2019
- Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb.

- Vyhláška č. 268/2009 Sb. ve znění Vyhlášky č. 20/2012 Sb. a č. 323/2017 Sb.
- Vyhláška č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších změn
- Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií, ve znění pozdějších změn
- Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších změn
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších změn
- Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. In. č. 96/2006
- Vyhláška č. 405/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- Vyhláška č. 323/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 431/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území
- Vyhláška č. 230/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budovy
- Vyhláška č. 268/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- Vyhláška č. 221/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)
- Nařízení vlády č. 217/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky. In. č. 125/2005.

Seznam použitých zkratek a symbolů

°C	stupeň Celsia
1.NP	první nadzemní podlaží
2.NP	druhé nadzemní podlaží
A	celková plocha [m ²]
A/V	objemový faktor tvaru budovy [m ⁻¹]
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
Bpv	výškový systém Balt po vyrovnání
C 20/25	třída betonu (krychelná pevnost/válcová pevnost)
č.	číslo
ČSN	česká technická norma
d	odstupová vzdálenost [m]
dB	decibel
d _j	tloušťka j-té vrstvy [m]
DN	jmenovitý vnitřní průměr potrubí
DP1	konstrukční část z nehořlavých výrobků
DSP	dokumentace pro stavební povolení
E	mezní stav celistvosti
EPS	expandovaný pěnový polystyren
g	gram
h	požární výška objektu [m]
h, hod	hodina
HI	hydroizolace
I	mezní stav tepelné izolace
J	jih
K	Kelvin
k. ú.	katastrální území
k ₁	korekce na únik bočními cestami
kg	kilogram
km	kilometr
KV	konstrukční výška
L _{Aeq}	ekvivalentní hladina akustického tlaku
lm	lumen
lx	lux
m	metr
m ²	metr čtverečný
m ³	metr krychlový
m n. m.	metr nad mořem
m. č.	místnost s číslem
MaR	měření a regulace
max.	maximální
min.	minimální
mm	milimetr
NN	nízké napětí
NÚC	nechráněná úniková cesta

NV	nařízení vlády
∅	průměr
parc. č.	parcelní číslo
PD	projektová dokumentace
PE	polyethylen
PHP	Přenosný hasící přístroj
PT	původní terén
PÚ	požární úsek
PVC	polyvinylchlorid
R	mezní stav únosnosti
R	tepelný odpor konstrukce [(m ² . K) /W]
R _w '	vzduchová neprůzvučnost stavební
R _{w,N} '	normově požadovaná vzduchová neprůzvučnost stavební
R _{dt}	výpočtová únosnost zeminy [kPa]
R _{se}	tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do exteriéru [(m ² .K)/W]
R _{si}	tepelný odpor při přestupu tepla z interiéru do konstrukce [(m ² .K)/W]
RŠ	revizní šachta
R _t	odpor při přestupu tepla [(m ² . K) /W]
R _w	vzduchová neprůzvučnost laboratorní
S	sever
s	sekunda
S-JTSK	systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
Sb.	sbírky
SDK	sádrokarton
SO	stavební objekt
SPB	stupeň požární bezpečnosti
str.	strana
SV	světlá výška
Tab.	tabulka
TČ	tepelné čerpadlo
TZB	technické zařízení budov
tl.	tloušťka
U	součinitel prostupu tepla [W/ (m ² .K)]
ÚC	úniková cesta
U _{N,20}	součinitel prostupu tepla požadovaný [W/ (m ² .K)]
U _{N,rec}	součinitel prostupu tepla doporučený [W/ (m ² .K)]
UT	upravený terén
U _w	součinitel prostupu tepla okna [W/ (m ² .K)]
V	obestavěný prostor objektu [m ³]
V	východ
VŠKP	vysokoškolská kvalifikační práce
Vyhl.	vyhláška
VZT	vzduchotechnická jednotka
XPS	extrudovaný polystyren
Z	západ

ZTI	zdravotechnika
ŽB	železobeton
θ_e	návrhová venkovní teplota pro zimní období [°C]
θ_i	návrhová vnitřní teplota pro zimní období [°C]
λ	součinitel tepelné vodivosti [W/ (m. K)]
μ	faktor difúzního odporu

Seznam příloh

PŘÍLOHA A

A PRŮVODNÍ ZPRÁVA

B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

C SITUAČNÍ VÝKRES

C.1 SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ

C.2 KATASTRÁLNÍ SITUAČNÍ VÝKRES

C.3 KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES

D.1.1 ARCHITEKTONICKO STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

D.1.1.01 PŮDORYS 1.NP

D.1.1.02 PŮDORYS 2.NP

D.1.1.03 ŘEZ A-A´

D.1.1.04 ŘEZ B-B´

D.1.1.05 POHLED JIHOZÁPADNÍ, SEVEROVÝCHODNÍ

D.1.1.06 POHLED JIHOVÝCHODNÍ, SEVEROZÁPADNÍ

D.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

D.1.2.01 ZÁKLADY

D.1.2.02 PŮDORYS STROPU NAD 1.NP

D.1.2.03 PŮDORYS STROPU NAD 2.NP

D.1.2.04 PŮDORYS STŘECHY

D.1.2.05 TECHNICKÁ ZPRÁVA STAVEBNÍ FYZIKY

Příloha 1 VÝPOČET ZÁKLADŮ

Příloha 2 VÝPOČET SCHODIŠTĚ

Příloha 3 TEPELNÁ TECHNIKA

Příloha 4 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV

Příloha 5 DENNÍ OSVĚTLENÍ A PROSLUNĚNÍ

Příloha 6 ROZHLEDOVÉ TROJÚHELNÍKY

D.1.3 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

D.1.3 TECHNICKÁ ZPRÁVA POŽÁRNÍ OCHRANY

D.1.3.01 SITUAČNÍ VÝKRES PBŘ

D.1.3.02 PŮDORYS 1.NP

D.1.3.03 PŮDORYS 2.NP

PŘÍLOHA B

D.1.4.1 UMĚLÉ OSVĚTLENÍ

D.1.4.1 UMĚLÉ OSVĚTLENÍ

D.1.4.1.1 UMĚLÉ OSVĚTLENÍ – ORDINACE

D.1.4.1.2 UMĚLÉ OSVĚTLENÍ – JÍDELNA

D.1.4.1.3 UMĚLÉ OSVĚTLENÍ – KANCELÁŘ

D.1.4.2 NUCENÉ VĚTRÁNÍ

D.1.4.2 NUCENÉ VĚTRÁNÍ

D.1.4.2.1 FUNKČNÍ CELEK 1.NP

D.1.4.2.2 FUNKČNÍ CELEK 2.NP

D.1.4.2.3 NÁVRH NUCENÉHO VĚTRÁNÍ 2.NP

D.1.4.2.4 REGULAČNÍ SCHÉMA

Příloha 1 TECHNICKÝ LIST DUPLEX 1500 MULTI-V

D.1.4.3 ZDROJ TEPLA A OHŘEVU TV

D.1.4.3 ZDROJ TEPLA A OHŘEVU TV

D.1.4.3.1 TECHNICKÁ MÍSTNOST V 1.NP

Příloha 1 TECHNICKÝ LIST NIBE F1345

D.1.4.4 ZTI

D.1.4.4 TECHNICKÁ ZPRÁVA ZTI

D.1.4.4.01 KANALIZACE – PŮDORYS ZÁKLADŮ

D.1.4.4.02 KANALIZACE – PŮDORYS 1.NP

D.1.4.4.03 KANALIZACE – PŮDORYS 2.NP

D.1.4.4.04 DEŠŤOVÁ KANALIZACE

D.1.4.4.05 VODOVOD – PŮDORYS 1.NP S VODOVODNÍ PŘÍPOJKOU

D.1.4.4.06 VODOVOD – PŮDORYS 1.NP

D.1.4.4.07 VODOVOD – PŮDORYS 2.NP

Příloha 1 PITNÁ A SRÁŽKOVÁ VODA

D.1.4.5 FOTOVOLTAIKA

D.1.4.5 FOTOVOLTAIKA

D.1.4.5.01 UMÍSTĚNÍ FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ NA STŘEŠE

Příloha 1 TECHNICKÝ LIST FV PANELU

PŘÍLOHA C

C AKUSTIKA

Příloha 1 DETAIL A

Příloha 2 DETAIL B

Příloha 3 TECHNICKÉ LISTY SCHOECK TRANSOLE

Příloha 4 TECHNICKÝ LIST SYLOMER

Příloha 5 DETAIL C

Příloha 6 HLUKOVÁ STUDIE PRO DEN

Příloha 7 HLUKOVÁ STUDIE PRO NOC

Seznam tabulek

Tab. 1 Typ materiálu dle barvy	35
Tab. 2 Hodnoty normové hodnoty pro ekvivalentní hladinu akustického tlaku	39

Seznam rovnic

(1) Vzduchová neprůzvučnost.....	25
(2) Laboratorní a stavební vzduchová neprůzvučnost.....	26
(3) Neprůzvučnost stavební konstrukce	28
(4) Rezonanční kmitočet	28
(5) Výpočet vzduchové neprůzvučnosti.....	28
(6) Normalizovaná hladina kročejového zvuku	29
(7) Hladina kročejového zvuku	30
(8) Vážená vzduchová neprůzvučnost	31
(9) Požadavek na vzduchovou neprůzvučnost.....	31

Seznam obrázků

Obr. 1 Mapa obce Křenovice	12
Obr. 2 Vzduchotechnická jednotka Duplex Multi-V	17
Obr. 3 Tepelné čerpadlo NIBE F1345	17
Obr. 4 Sluchové pole	21
Obr. 5 Zvuk v závislosti na čase.....	24
Obr. 6 Průběh vzduchové neprůzvučnosti jednoduché stěny	27
Obr. 7 Kročejová neprůzvučnost.....	29
Obr. 8 Strukturální hluk šířící se konstrukcí.....	30
Obr. 9 Schodišťový systém ochrany proti kročejovému hluku	33
Obr. 10 Uspořádání podestového bloku.....	34
Obr. 11 Způsoby uložení – plošné uložení (zleva), uložení na pásy (uprostřed), uložení bodové (vpravo).....	35
Obr. 12 Řešení šachty výtahu dle ČSN 27 4210	36
Obr. 13 Posuzovaná oblast obce Křenovice.....	40
Obr. 14 Ukázka modelované situace v programu Hluk+	41