



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÝ RODINNÝ DŮM V JABLUNCE

ENERGY-SAVING FAMILY HOUSE IN JABLUNKA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Mrnuščík

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Student: **Petr Mrnušík**
Vedoucí práce: **Ing. Marcela Počinková, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: B0732A260003 Environmentálně vyspělé budovy

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Energeticky úsporný rodinný dům v Jablunce

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané energeticky pasivní budovy rodinného domu ve stupni pro vydání stavebního povolení. Bakalářská práce bude povinně obsahovat dvě části: část architektonicko-stavební řešení (podíl 50 %) a část technika prostředí staveb (podíl 50 %).

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Návrh dispozičního řešení, vhodné konstrukční soustavy a nosného systému zadané budovy na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků a vyřešení osazení budovy do terénu a návaznosti na okolní zástavbu. Návrh koncepčního řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti. Jednotlivé části práce budou obsahovat:

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 50 %): průvodní zpráva, souhrnná technická zpráva, koordinační situace (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:50) základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí této části práce bude dále stavebně fyzikální posouzení budovy i jednotlivých konstrukcí.

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 50 %): koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou. Součástí této části práce bude průkaz energetické náročnosti budovy a prováděcí projekt vybraného systému technického zařízení budovy.

Seznam doporučené literatury a podklady:

(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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 13. 11. 2023

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

Abstrakt

Obsahem bakalářské práce je návrh nízko energetického rodinného domu v obci Jablunka. Práce je rozdělena do dvou částí, první je zaměřena na architektonický a konstrukční návrh objektu, druhá část je pak složen z návrhu technických zařízení budov, zvláště vytápění za pomoci pevných paliv.

Dům je rozdělen na dvoupatrovou a jednopatrovou část. První podlaží se skládá z ložnice, technické místnosti a obývacího pokoje s kuchyní se vstupem na terasu. Druhé podlaží je pak složeno z dvou pokojů a pracovny. Na obou podlažích je pak koupelna a samostatná toaleta.

Konstrukční systém je tvořen zděnými zdi z pórobetonových tvárnic, přenášejících zatížení do základových pasů z prostého betonu. Stropní deska prvního podlaží je železobetonová. Střecha druhého podlaží je sedlová s 15° sklonem z prefamonolitické sedlové střechy, tvořené pórobetonovými vložkami s železobetonem, jednopodlažní část má plochou střechu.

Svislé konstrukce jsou izolovány 140 mm minerální vaty, v oblasti soklu pak izolací XPS tloušťky 120 mm. Podlaha k zemině je izolována 220 mm EPS s grafitem, podlaha mezi podlažními je akusticky izolována 40 mm kročejové minerální vaty a 50 mm EPS s funkcí instalační vrstvy. Plochá střecha je izolována 220–340 mm minerální vaty se spádovou funkcí. Sedlová střecha je izolována PIR deskami tloušťky 180 mm.

Srážková voda bude akumulována v nádrži na dešťovou vodu a bude využívána pro zálivku zahrady, přepad z nádrže bude vyveden do vsakovacích bloků kde se voda vsákne do zeminy, z těchto bloků je vyveden další přeпад do dešťové veřejné kanalizace. V budově je navrženo rovnotlaké nucené s entalpickým výměníkem ve vzduchotechnické jednotce s osazeným vodním ohříváčem.

Hlavní zdroj tepla je navržen kotel na pevná paliva se 750litrovou akumulací nádrží, ze které jsou napájeny okruhy ohřevu teplé vody v 200litrovém nepřímotopném ohříváči teplé vody, ohřevu vzduchu ve vodním ohříváči a otopného systému skládajícího se z lavicového konvektoru, deskových a trubkových radiátorů. Jako obnovitelný zdroj tepla jsou navrženy solární pro ohřev teplé vody, nadměrný výkon bude ukládán do akumulací nádrže.

Klíčová slova

rodinný dům, energeticky úsporný, pevná paliva, kotel, fototermika, solární panely, pórobeton, desková otopná tělesa, srážková voda

Abstract

The bachelor's thesis focuses on designing a low-energy detached house in village Jablunka. Thesis is divided into two parts, first one is aimed at structural and architectural design, whilst the second one focuses on building services, especially heating with solid fuels.

The house is divided into a two-storey and a single-storey part. Ground floor includes master bedroom, utility room and mainly open-plan living room connected to kitchen which opens onto a deck and garden. First floor then includes two bedrooms and study. Both floors have their own bathrooms with separate toilets.

Structural system is designed as masonry walls from aerated concrete blocks, which are transferring load onto plain concrete foundation strips. Floor slab is to be made of reinforced concrete. Two-storey part is covered by prefabricated rib-and-filler gable roof with 15° slope, from aerated concrete fillers and reinforced concrete, the one-storey part has flat roof.

Walls are insulated by 140 mm of mineral wool, plinth then by 120 mm of XPS. Ground slab will be insulated by 220 mm of graphite EPS, floor slab is insulated by 40 mm of impact sound insulation from mineral wool and 50 mm of EPS with installation layer. Flat roof is insulated by 220–340 mm of mineral wool with screed to fall function. Gable roof is then insulated by 180 mm PIR panels.

Rainwater will be collected and stored in rainwater tank for gardening use, overflow will then lead to drainage blocks, where the water can be absorbed into soil, with overflow into stormwater sewer system. Ventilation is designed equal pressure, mechanical with enthalpy heat recovery exchanger and heating battery covering ventilation losses.

Main heating source is solid fuel boiler, storing its energy in 750liter hot water tank, from which is the heat distributed into 200liter domestic hot water tank, ventilation heating battery and heating elements such as convectors, panel and rail radiators. As renewable source of energy is designed photothermal panels which will mainly heat domestic hot water, excess heat will then be stored in hot water tank.

Key words

detached house, energy-saving, solid fuels, boiler, photothermic, solar panels, aerated concrete, panel radiators, rainwater

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MRNUŠTÍK, Petr. *Energeticky úsporný rodinný dům v Jablunce*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Energeticky úsporný rodinný dům v Jablunce* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2024

Petr Mrnušík

autor

Obsah

Úvod	10
1 Charakteristika řešené lokality	11
2 Členění stavby	12
3 Navrhované kapacity stavby	12
4 Architektonické a tvarové řešení	12
5 Dispoziční a provozní řešení	13
6 Bezbariérové užívání stavby	13
7 Konstrukční a materiálové řešení	13
7.1 Základové konstrukce	13
7.2 Svislé nosné konstrukce	14
7.3 Vodorovné nosné konstrukce	14
7.4 Schodiště a rampy	14
7.5 Svislé nenosné konstrukce	14
7.6 Konstrukce zastřešení	14
7.7 Klempířské a zámečnické výrobky	15
7.8 Výplně otvorů	15
7.9 Podlahy, úpravy povrchů	15
7.10 Hydroizolace	15
7.11 Tepelné a akustické izolace	16
8 Stavební tepelná technika	16
9 Stavební akustika a ochrana před hlukem	21
10 Denní osvětlení a proslunění	23
11 Energetická náročnost budovy	25
12 Zdravotně technické instalace	25
12.1 Rozvody vody	26
12.2 Splašková kanalizace	26
12.3 Dešťová kanalizace	27
13 Vytápění a ohřev teplé vody	27
13.1 Primární zdroj	28
13.2 Solární panely	28

13.3	Ohřev teplé vody.....	29
13.4	Otopný systém	29
13.5	Pojistná zařízení.....	30
13.6	Regulace	30
13.7	Potřeba paliva	30
13.8	Porovnání alternativního zdroje tepla	30
14	Vzduchotechnika.....	32
15	Chlazení.....	32
16	Umělé osvětlení	33
17	Elektroinstalace	33
18	Požárně bezpečnostní řešení	34
19	Vliv stavby na okolí	34
20	Dopravní řešení.....	34
21	Terénní úpravy a řešení vegetace	35
22	Orientační náklady stavby.....	35
	Závěr	36
	Seznam použitých zdrojů	37
	Seznam použitých obrázků.....	39
	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	40

Úvod

Úkolem práce byl návrh dispozičního a konstrukčního řešení novostavby nízkoenergetického rodinného domu. Stavba je umístěna v severovýchodní části obce Jablunka. Součástí zadání je posoudit stavbu z hlediska stavebně fyzikálního a požárně bezpečnostního řešení. Druhá část úkolu je návrh systémů technických zařízení budov se zaměřením na vytápění, součástí této části úkolu bylo vypracování průkazu energetické náročnosti budovy.

V této práci jsem chtěl využít nabyté znalosti ze studia a poznatků získaných v praxi a zkombinovat je pro nejlepší možný návrh energeticky úsporné budovy, hlavně z hlediska efektivního systému vytápění a ohřevu teplé vody.

Po dokončení práce jsem získal nové ideje, které by bylo vhodné otestovat v dalších návrzích. Jako například využití a navržení nejlepší kombinace zdrojů tepla, nebo posouzení efektivnosti decentrálního ohřevu teplé vody oproti centrálnímu ohřevu.

1 Charakteristika řešené lokality

Řešená lokalita se nachází v severovýchodní části obce Jablunka a je určena k individuálnímu bydlení dle územního plánu. Pozemek je mírně svažité k jeho jižní straně, kde je napojen na jednopruhovou komunikaci, pod kterou jsou vedeny inženýrské sítě vody, oddílné kanalizace, elektřiny, plynu a telekomunikace.

Novostavba je navrhována, aby nenarušovala vzhledové rysy okolní zástavby a krajiny. Na stavební pozemek je navázáno několik pozemků, které jsou se stavbou většinou propojeny pouze prostorovou návazností, kromě obecních pozemků, na kterých bude potřeba provést zábor pro provedení přípojek.

Tabulka 1: Dotčené pozemky

Parcelní číslo pozemku	Výměra [m ²]	Vlastník	Návaznost	Typ pozemku
575/3	572	Osobní vlastnictví	Sousední pozemek	Orná půda
575/5, 9230	465	Osobní vlastnictví	Sousední pozemek	Jiná plocha, Zastavěná plocha
574/31	7606	Obec Jablunka	Sousední pozemek	Orná půda
174, 173	598	Osobní vlastnictví	Sousední pozemek	Zahrada. Zastavěná plocha
172, 272	759	Osobní vlastnictví	Sousední pozemek	Zahrada. Zastavěná plocha
575/8	389	Obec Jablunka	Zábor pro provádění přípojek	Trvalý travní porost
170/1	1519	Obec Jablunka	Zábor pro provádění přípojek	Ostatní komunikace

2 Členění stavby

Stavba se skládá z několika ucelených prvků stavebních, inženýrských a technologických.

- Stavební objekty:
 - S0.01 Rodinný dům, výměra 212,3 m²
 - S0.02 Zpevněné plochy, výměra 38,5 m²
- Inženýrské objekty:
 - I0.01 Vodovodní přípojka, PE100RC DN 32, délky 13,5 m
 - I0.02 Splašková kanalizační přípojka, kamenina DN 160 délky 6,5 m
 - I0.03 Dešťová kanalizační přípojka, kamenina DN 160, délky 6 m
 - I0.04 Přípojka vedení nízkého napětí, CYKY 4Bx10, délky 19 m
 - I0.05 Telekomunikační přípojka, datový kabel, délka 14,5 m
 - Akumulační nádrž plastová, objem 4,5 m³
 - Revizní šachta plastová, průměr DN 425
 - Spadišťová šachta, průměr DN 1000
 - Vsakovací nádrž ze vsakovacích bloků, objem 9,7 m³

3 Navrhované kapacity stavby

Rodinný dům S0.01 má následující parametry:

- | | |
|---|----------------------|
| • Vlastník | Jonáš Kolek |
| • Zastavěná plocha | 212,3 m ² |
| • Poměr zastavěné plochy ku ploše pozemku | 36 % |
| • Užitná plocha | 202 m ² |
| • Obestavěný prostor | 952,6 m ³ |
| • Funkční jednotky | 1 bytová jednotka |
| • Počet uživatelů | 4 osoby |

Zpevněné plochy S0.02 s následujícími parametry:

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| • Zastavěná plocha | 38,5 m ² |
| • Počet parkovacích stání | 2 osobní automobily |

4 Architektonické a tvarové řešení

Stavba je dvoupodlažní se sedlovou střechou z plechové krytiny imitující keramické tašky hnědé barvy s navazující jednopodlažní částí s plochou extenzivní vegetační střechou. Dvoupodlažní a jednopodlažní část společně tvoří tvar písmene L. Součástí stavby je kryté parkovací stání. Barva fasády je bílá se světle hnědým pruhem na jižní fasádě, sokl stavby je šedé barvy.

5 Dispoziční a provozní řešení

Hlavní vchod do budovy se nachází na východní straně budovy a je napojený na kryté parkovací stání. Z parkovacího stání se lze dostat do skladu paliva a z něj pak případně do technické místnosti. Hlavním vchodem vejde do zádveří, na které navazuje hlavní chodba spojující druhé podlaží schodištěm a všechny místnosti prvního podlaží kromě skladu paliva, které je přístupné až z technické místnosti. Ze schodiště je napojena chodba druhého podlaží, ze které jsou opět přístupné všechny místnosti.

V prvním podlaží je situována kuchyně s jídelnou a obývacím pokojem směřující na východ, ložnice v severozápadní části budovy, samostatné WC a koupelna na západě, technická místnost a sklad paliva je v jednopodlažní části na severovýchodě. Ve druhém podlaží jsou pak dva pokoje na jižní straně, pracovna na severozápadě, samostatné WC a koupelna na západě a sklad na východní straně.

6 Bezbariérové užívání stavby

Jelikož se jedná o soukromou stavbu rodinného domu a investor nevznesl požadavek na bezbariérové užívání, nebyla stavba řešena bezbariérově.

7 Konstrukční a materiálové řešení

7.1 Základové konstrukce

Stavba je založena na základových pasech rozměrů 750×500 mm z betonu C16/20; XC2; S3; D_{\max} 16, pod všemi obvodovými zdmi, vnitřní nosnou zdí a založením schodiště, během betonáže bude na horní hraně připravena betonářská výztuž 8 mm pro napojení tvárnic tvořících ztraceného bednění.

Na základové pasy budou napojeny tvárnice ztraceného bednění o výšce 600 mm, pro vylití tvárnic bude použit beton C16/20; XC2; S3; D_{\max} 16.

Podkladní beton bude provedena z betonu C16/20; XC2; S3; D_{\max} 16 na násyp původní zeminy.

Základy tyčových prvků terasy a garážového stání jsou z prostého betonu C16/20; XC2; S3; D_{\max} 16, o rozměrech 220×220 mm.

7.2 Svislé nosné konstrukce

Vnitřní a obvodové nosné konstrukce jsou tvořeny z pórobetonových tvárnic tloušťky 450 mm, omítnuty sádrovou omítkou v interiéru a z exteriéru silikátovou omítkou. Svislé obvodové konstrukce jsou izolovány 140 mm minerální vaty, v oblasti soklu pak izolací XPS tloušťky 120 mm. Pro vynesení schodiště je navržena konstrukce z pórobetonových tvárnic tloušťky 300 mm, omítnuta sádrovou omítkou. Tvárnice jsou zděné na tenké maltové lože.

Terasa a garážové stání je tvořeno dřevěnými tyčovými prvky o rozměru 200×200 mm

7.3 Vodorovné nosné konstrukce

Podkladní deska je provedena z betonu C16/20; XC2; S3; D_{\max} 16 o tloušťce 150 mm, na této desce bude umístěna hydroizolační vrstva z asfaltových pásů a tepelně zateplena 220 mm EPS.

Stropní konstrukce prvního podlaží je tvořena monolitickou železobetonovou deskou tloušťky 250 mm z betonu C30/37; CI 0,2; XC1; S4; D_{\max} 8; a oceli B500B. Stropní konstrukce mezi podlažími bude akusticky izolována 40 mm kročejové minerální vaty a 50 mm EPS s funkcí instalační vrstvy.

7.4 Schodiště a rampy

Konstrukce schodiště je navržena monolitická železobetonová, z betonu C30/37; CI 0,2; XC1; S4; D_{\max} 8; a oceli B500B. Tloušťka ramene schodiště je 200 mm. Konstrukce schodiště je od svislých konstrukcí akusticky oddělena dilatačními prvky.

7.5 Svislé nenosné konstrukce

Vnitřní dělící konstrukce jsou tvořeny sádrokartonovými příčkami tloušťky 160 mm ve všech obytných a hygienických místnostech s výplní akustickou izolací mezi rošty tloušťky 80 mm.

V technické místnosti je příčka tvořena pórobetonovou tvárnici tloušťky 200 mm omítnuty sádrovou omítkou.

7.6 Konstrukce zastřešení

Střešní konstrukce jednopodlažní části je tvořena monolitickou železobetonovou deskou tloušťky 250 mm z betonu C30/37; CI 0,2; XC1; S4; D_{\max} 8; a oceli B500B. Plochá střecha bude izolována 220–340 mm minerální vaty se spádovou funkcí a jsou zde umístěny asfaltové pásy tvořící hydroizolační a parotěsné vrstvy.

Střešní konstrukce dvoupodlažní části je tvořena prefamonolitickou deskou z pórobetonových nosníků, pórobetonových vložek a betonovou zálivkou z betonu C30/37; Cl 0,2; XC1; S4; D_{max} 8, ocel v nosnících je B500B konstrukce má tloušťku 250 mm a je izolována PIR deskami tloušťky 180 mm, nad a pod tepelnou izolací jsou umístěny hydroizolační vrstvy z asfaltových pásů. Tato konstrukce je osazena na železobetonový věnec na obvodovém zdivu. Střešní krytina je skládána plechová imitující keramické tašky.

7.7 Klempířské a zámečnické výrobky

Na stavbě se nachází několik typů klempířských a zámečnických výrobků, všechny budou vyrobeny a provedeny podle specifikace klempířských a zámečnických prvků. Odvodu dešťové vody systémovým provedením střešních žlabů a příslušenství. Oplechování atik a vnějších parapetů a madlo zábradlí schodiště a jeho vynesení.

7.8 Výplně otvorů

Výplně otvorů obvodových konstrukcí jsou z dřevokompozitových prvků s hloubkou rámu 115 mm. Prosklené výplně jsou z izolačního trojskla s argonovou výplní. Výplně jsou kotveny pásovými kotvami do vyplňované konstrukce. Zasklení má neprůzvučnost minimálně 34 dB, a jeho součinitel prostupu tepla je minimálně 0,5 W/m²/K.

7.9 Podlahy, úpravy povrchů

Všechny interiérové podlahy jsou na vrstvě cementového potěru a následná skladba je určena charakterem místnosti. V obytných místnostech je navržena povrchová úprava linoleum s povrchem z polyuretanu s protiskluzností minimálně R11, linoleum bude přilepeno montážním lepidlem určeným pod kolečková křesla. V komunikačních a hygienických prostorech je navržena keramická dlažba s protiskluzností minimálně R10. Dlažba bude lepena montážním lepidlem odolným proti vlhkosti. V technické místnosti a skladu paliva je nášlapná vrstva z cementové samonivelační stěrka se zvýšenou rovinností a nátěrem zvyšující odolnost proti chemickým vlivům a obrušování.

V exteriéru jsou upravené povrchy většinou tvořené betonovou dlažbou se spádem 15 % na příjezdové cestě a 3 % na okapovém chodníku. Terasa u obývacího pokoje je tvořena z naimpregnovaných dřevěných prken vynášených rektifikačními prvky pod terasové rošty.

7.10 Hydroizolace

Hydroizolace jsou provedeny z asfaltových pásů s různými vyztuženými dle použití. Na ploché střeše dvě vrstvy, jedna s polyesterovou rohoží a druhá se skelnou tkaninou. Sedlová střecha jedna vrstva s SBS modifikovaným asfaltem. Podlahy na terénu mají dvě vrstvy asfaltových pásů, jeden s hliníkovou a druhý s vložkou ze skelné rohože.

7.11 Tepelné a akustické izolace

Svislé konstrukce jsou izolovány 140 mm minerální vaty, s deklarováním součinitelem tepelné vodivosti menším než 0,034 W/m/K, v oblasti soklu pak izolací XPS tloušťky 120 mm, s deklarováním součinitelem tepelné vodivosti menším než 0,033 W/m/K. Podlaha k zemině je izolována 220 mm EPS s grafitem, s deklarováním součinitelem tepelné vodivosti menším než 0,034 W/m/K a s pevností v tlaku větší než 150 kPa. Plochá střecha je izolována 220–340 mm minerální vaty se spádovou funkcí, s deklarováním součinitelem tepelné vodivosti menším než 0,038 W/m/K. Sedlová střecha je izolována PIR deskami tloušťky 180 mm, s deklarováním součinitelem tepelné vodivosti menším než 0,022 W/m/K.

Podlaha mezi podlažími je akusticky izolována 40 mm kročejové minerální vaty, s dynamickou tuhostí minimálně 10 MN/m³ a 50 mm EPS s funkcí instalační vrstvy, s deklarováním součinitelem tepelné vodivosti menším než 0,035 W/m/K. Nášlapné a roznášecí vrstvy jsou oddilátovány od svislých konstrukcí 10 mm samolepicí dilatační pásy.

8 Stavební tepelná technika

Navrhované konstrukce byly posouzeny v programu Teplo 2017 na normové hodnoty součinitele prostupu tepla, nejnižší povrchovou teplotu, množství zkondenzované vody a bilanci zkondenzované vody stanovených v ČSN 73 0540-2.

Posouzeny byly konstrukce

S1 – Obvodová stěna – obvodové nosné zdivo tloušťky 450 mm se zateplením minerální vaty tloušťky 140 mm,

P3 – Podlaha k zemině, s nášlapnou vrstvou linoleum – cementový potěr 60 mm zateplený 220 mm EPS s grafitem,

R1 – Střecha sedlová – prefamonolitická deska z pórobetonových vložek tloušťky 250 mm zateplená 180 mm PIR,

R2 – Střecha plochá – železobetonová deska tloušťky 250 mm zateplená 300 mm minerální vaty.

Liniové tepelné mosty byly posouzeny v programu Area 2017 na nejnižší povrchovou teplotu a lineární činitel prostupu tepla konstrukce.

Tabulka 2: Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Posuzovaná konstrukce v ploše a kritické detaily	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
S1	0,973	0,744	Vyhovuje
P3	0,963	0,744	Vyhovuje
R1	0,975	0,744	Vyhovuje
R2	0,967	0,744	Vyhovuje

Konstrukce splňují posuzovaná kritéria.

Tabulka 3: Součinitel prostupu tepla

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Normová hodnota U_N [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Posouzení
S1	0,110	0,18-0,12	Vyhovuje
P3	0,149	0,22-0,15	Vyhovuje
R1	0,100	0,15-0,1	Vyhovuje
R2	0,134	0,15-0,1	Vyhovuje

Konstrukce splňují posuzovaná kritéria.

Tabulka 4: Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota M_c [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Požadavek $M_{c,N}$ [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Posouzení
S1	0,000	-	Vyhovuje
P3	0,000	-	Vyhovuje
R1	0,000	-	Vyhovuje
R2	0,009	0,15	Vyhovuje

Konstrukce splňují posuzovaná kritéria.

Tabulka 5: Nejnižší povrchová teplota u 2D detailů

Posuzovaná konstrukce v ploše a kritické detaily	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
Atika	0,950	0,744	Vyhovuje
Kout obvodové nosné stěny	0,986	0,744	Vyhovuje
Napojení vnitřní nosné zdi na plochou střechu	0,985	0,744	Vyhovuje
Sokl	0,980	0,744	Vyhovuje
Roh obvodové nosné stěny	0,951	0,744	Vyhovuje
Napojení obvodové nosné stěny na střechu	0,953	0,744	Vyhovuje
Okno nadpraží	0,863	0,744	Vyhovuje
Okno ostění	0,857	0,744	Vyhovuje
Okno parapet	0,853	0,744	Vyhovuje

Konstrukce splňují posuzovaná kritéria.

Tabulka 6: Lineární činitele prostupu tepla u 2D detailů

Posuzovaná konstrukce v ploše a kritické detaily	Vypočtená hodnota lineárního činitele ψ_{si} [W·m⁻¹·K⁻¹]	Délka liniového tepelného mostu [m]
Atika	-0,047	20,4
Kout obvodové nosné stěny	0,029	3,4
Napojení vnitřní nosné zdi na plochou střechu	0,053	8,4
Sokl	-0,015	57,7
Roh obvodové nosné stěny	-0,086	28,1
Napojení obvodové nosné stěny na střechu	0,029	32,36
Okno nadpraží	0,039	25,5
Okno ostění	0,023	52,4
Okno parapet	0,043	25,5

Z posuzovaných hodnot je vypočtena přírážka na liniové tepelné mosty $E\Delta U_{tbk,j} = 0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Dále byly posouzeny výplně obvodových konstrukcí na součinitel prostupu tepla. Posouzení se sestává z výpočtu poměru zasklení k rámu jednotlivých typů otvorů. Výplně oken splňují požadované hodnoty stanovené normou.

Tabulka 7: Součinitele prostupu tepla výplní otvorů

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W·m⁻²·K⁻¹]	Normová hodnota U_N [W·m⁻²·K⁻¹]	Posouzení
01	0,67	1,5	Vyhovuje
02	0,60	1,5	Vyhovuje
03	0,63	1,5	Vyhovuje
04	0,61	1,5	Vyhovuje
05	0,7	1,5	Vyhovuje
06	0,62	1,5	Vyhovuje
07	0,61	1,5	Vyhovuje
08	0,65	1,5	Vyhovuje
D1	0,81	1,7	Vyhovuje
D2	0,80	1,7	Vyhovuje

Konstrukce splňují posuzovaná kritéria.

Průměrný součinitel prostupu tepla je vypočten v příloze A.6.1 – technická zpráva v bodě 7.4 Průměrný součinitel prostupu tepla.

Výsledný součinitel prostupu tepla byl tímto výpočtem stanoven na $U_{em} = 0,131 \text{ W/m}^2\text{K}$ a hodnocená budova spadá do kategorie A – Velmi úsporná.

9 Stavební akustika a ochrana před hlukem

Na stavební akustiku byly posuzovány konstrukce dělící obytné místnosti v domě, jedná se o sádkartonové příčky a podlahu mezi prvním a druhým podlažím. Konstrukce byly posuzovány na požadavky stanovených v ČSN 73 0532.

S7 – Vnitřní příčka dělící obytné místnosti – tvořená čtyřmi sádkartonovými deskami, prostor konstrukce roštu vyplněn akustickou izolační minerální vlnou tloušťky 80 mm

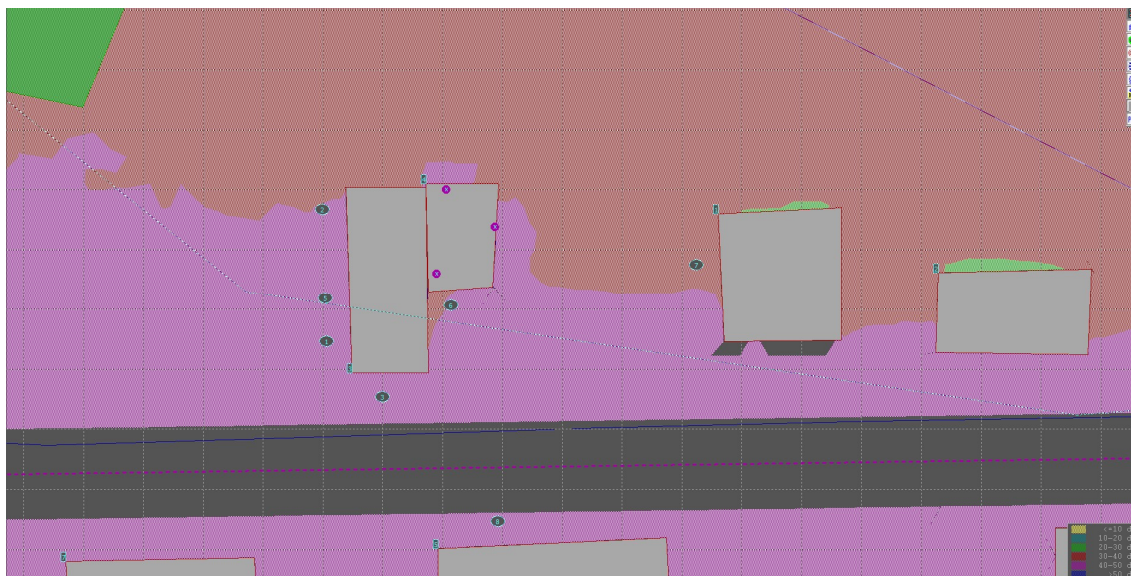
P5 – Podlaha 2.NP dělící obytné místnosti – tvořená 250 mm tlustou železobetonovou deskou, kročejovou izolační vrstvou 40 mm z minerální vlny, tepelně izolační vrstvou 50 mm s funkcí instalační vrstvy

Tabulka 8: Zvukoizolační vlastnosti hodnocených konstrukcí

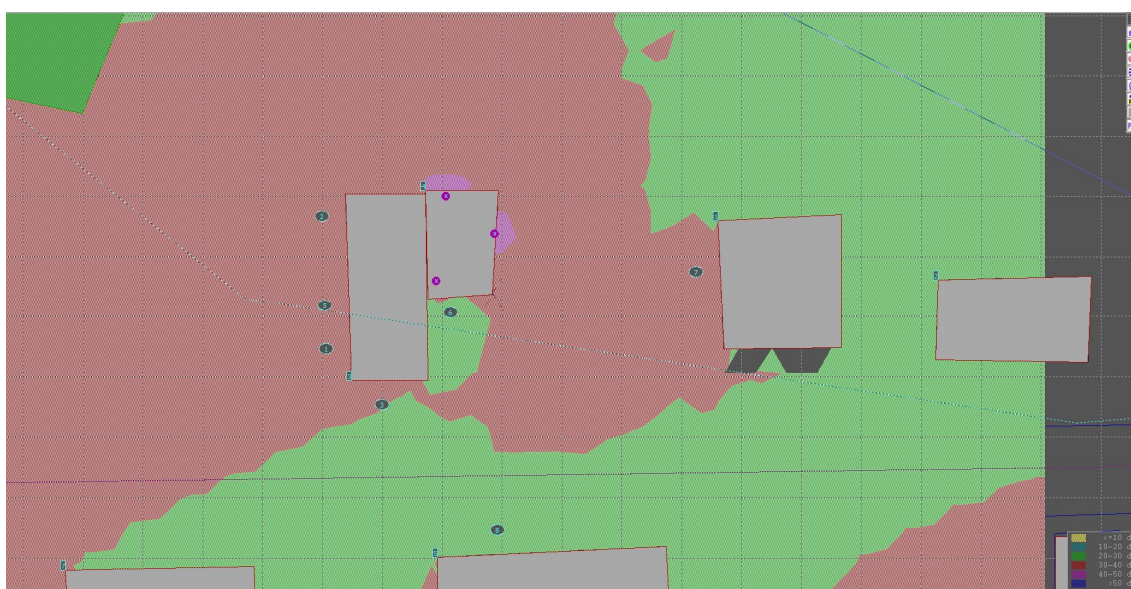
Konstrukce – typ, popis	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek (dB)		Posouzení
	R' _w	L' _{w,N}	min. R' _w	max. L' _w	
S7 – vnitřní příčka mezi obytnými místnostmi	56	-	40	-	Vyhovuje
P5 – podlaha mezi obytnými místnostmi	66	34	47	58	Vyhovuje

Konstrukce splňují posuzovaná kritéria.

Urbanistická akustika hodnotí vlivy zdrojů hluku v exteriéru podle nařízení vlády číslo 272/2011 Sb. Již existující zdroje hluku jsou v oblasti silnice, žádné stávající bodové zdroje hluku se zde nenacházejí. Výstavbou vzniknou 3 bodové zdroje, sací a výtlačná mřížka vzduchotechniky a na ploché střeše exteriérová jednotka chlazení. Jsou zde posouzeny limitní hodnoty před okny na navrženém domě a zároveň před okny okolních objektů. Výpočet proběhl v programu Hluk+, posouzení je pak v příloze A.6.1 – technická zpráva v bodě 7.2 Urbanistický akustika (hluková studie).



Obrázek 1: Hluková mapa, v denním období



Obrázek 2: Hluková mapa, v nočním období

Pro noční a denní limity vyhovuje maximální hladina akustického tlaku v chráněním venkovním prostoru staveb, to je 2 metry před okenním otvorem obytných místností. Vlivy od nově instalovaných zdrojů nepatrně zvyšují hladinu akustického tlaku na chráněném venkovním prostoru okolních staveb, hygienický limit je stále dodržen.

Na neprůzvučnost fasády byly posouzeny následující konstrukce.

S1 - Obvodová nosná stěna - tvořená izolační pórobetonovou tvárnici tloušťky 450 mm, zateplená kontaktním zateplovacím systémem s 140 mm minerální vlny, laboratorní neprůzvučnost pórobetonové tvárnice musí být minimálně 50 dB

O1-08 - Okenní otvory jsou vyplněny okny s dřevokompozitovým rámem a trojsklým zasklením, deklarovaná neprůzvučnost zasklení musí být minimálně 34 dB

Fasáda složená z těchto prvků má neprůzvučnost $R'_{w, \text{fac}} = 35$ dB, na obvodový plášť je stanoven požadavek $R'_{w, \text{fac}, \text{min}} = 30$ dB, fasáda splňuje stanovený požadavek.

10 Denní osvětlení a proslunění

Návrh, výpočet a posouzení denního osvětlení, proslunění a ovlivnění denního osvětlení okolní zástavby byly provedeny v programu buildingDesign. Místnosti byly posuzovány dle požadavků stanovených v ČSN 73 0580. Činitele odrazu jednotlivých ploch místností a exteriéru byly použity následující:

- strop 0,70
- podlaha 0,30
- stěny 0,50
- okolní terén 0,10

Tabulka 9: Posouzení denního osvětlení obytných místností

Číslo místnosti	Místnost	Výpočet D_{min} [%]	Požadavek D_{min} [%]	Posouzení	Výpočet D [%]	Požadavek D [%]	Posouzení
106	Obývací pokoj	0,8	0,7	Vyhovuje	2,3	0,9	Vyhovuje
109	Ložnice	1,2	0,7	Vyhovuje	1,55	0,9	Vyhovuje
206	Pokoj	2,2	0,7	Vyhovuje	3	0,9	Vyhovuje
207	Pokoj	1,2	0,7	Vyhovuje	1,2	0,9	Vyhovuje

Místnosti splňují posuzovaná kritéria.

Denní osvětlení v místnosti číslo 202, pracovna, splňuje požadavky na osvětlení pro pracovní prostory v redukované pracovní ploše místnosti.

Proslunění bylo hodnoceno podle ČSN 73 4301, pro prvního března a byly vypočteny následující hodnoty svitu do obytných místností. Zároveň byl posouzen poměr ploch oken k podlahové ploše místnosti.

Tabulka 10: Posouzení doby proslunění obytných místností

Číslo místnosti	Místnost	Výpočet p [min]	Požadavek p_{min} [min]	Posouzení
106	Obývací pokoj	351	90	Vyhovuje
109	Ložnice	167	90	Vyhovuje
206	Pokoj	474	90	Vyhovuje
207	Pokoj	419	90	Vyhovuje

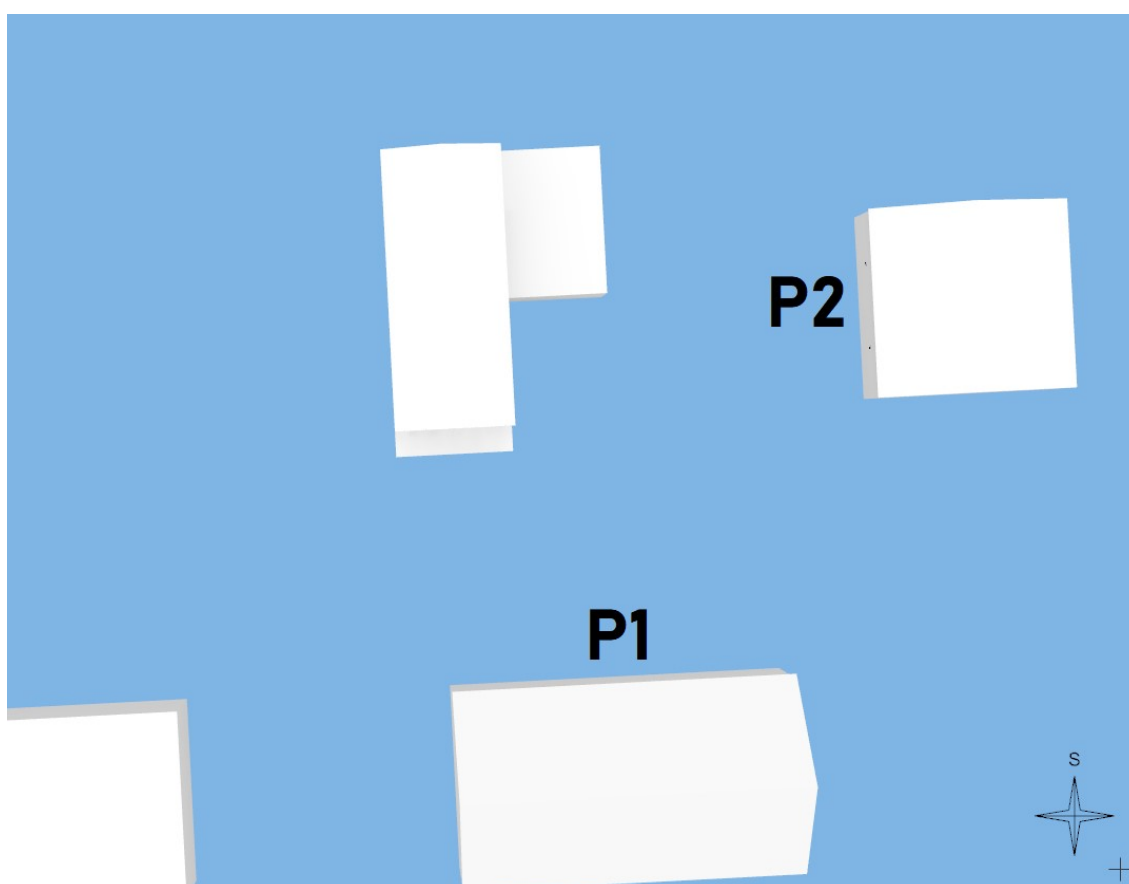
Místnosti splňují posuzovaná kritéria.

Tabulka 11: Posouzení minimálních ploch oken

Číslo místnosti	Místnost	Okno [m ²]	Podlaha [m ²]	Okno/místnost [-]	Požadavek [-]	Posouzení
106	Obývací pokoj	10,79	37,2	0,29	0,10	Vyhovuje
109	Ložnice	3	13,3	0,23	0,10	Vyhovuje
202	Pracovna	3	11,5	0,26	0,10	Vyhovuje
206	Pokoj	6	20,2	0,30	0,10	Vyhovuje
207	Pokoj	6	21,1	0,28	0,10	Vyhovuje

Místnosti splňují posuzovaná kritéria.

Vliv novostavby na sousední stavby je minimální, jelikož je situována na severozápad od jejich pozice, dle následující situace. Posouzení proběhlo na označených bodech fasád sousedních staveb.



Obrázek 3: Situace s posuzovanými body na okolních stavbách

Tabulka 12: Posouzení denního osvětlení okolní zástavby

Posuzovaný bod	Zjištěná hodnota Dw [%]	Nejnižší Dw [%]	Vyhodnocení
P1	38,1	32	Vyhovuje
P2	38,1	32	Vyhovuje

Místnosti splňují posuzovaná kritéria.

11 Energetická náročnost budovy

Energetická náročnost budovy byla posouzena v programu DEKSOFT – Energetika, za pomoci hodinové metody. V tomto programu byla posouzena klasifikační třída primární energie z neobnovitelných zdrojů s výsledkem 42,6 kWh/m²/rok, tato hodnota spadá do třídy A – Mimořádně úsporná. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy byl vypočten na 0,15 W/m²/K, měrná potřeba tepla na vytápění byla vypočtena 15 kWh/m²/rok, tato hodnota odpovídá hornímu požadavku na pasivní domy.

Celková dodaná energie byla vypočtena na 55,1 kWh/m²/rok a skládá se z následujících kategorií spotřeby:

• Vytápění	23,2 kWh/m ² /rok	- klasifikační třída A
• Chlazení	2,72 kWh/m ² /rok	- nehodnotí se
• Nucené větrání	0,78 kWh/m ² /rok	- klasifikační třída A
• Příprava teplé vody	26,3 kWh/m ² /rok	- klasifikační třída D
• Osvětlení	2,13 kWh/m ² /rok	- klasifikační třída A

Do domu pro výpočtové parametry bylo dodáno 15,2 MWh/rok energie. Při započtení faktoru primární energie se pak dostáváme na hodnotu 11,8 MWh/rok energie.

Jakožto primární energonositel byly zvoleny dřevěné pelety s faktorem primární energie 0,2. Tato energie poskytuje 66 % energie pro roční provoz budovy, sekundární zdroj (pro chlazení, osvětlení a provoz nuceného větrání) je elektřina dodaná ze sítě, přestože poskytuje 25 % energie pro roční provoz, tvoří 83 % dodané energie dle energonositele, kvůli vysokému faktoru primární energie 2,6. Dřevěné pelety tvoří zbylých 17 % dodané energie dle energonositele.

Hodnoty faktoru neobnovitelných zdrojů primární energie jsou přebrány z vyhlášky číslo 264/2020 Sb. použité pro hodnocení energetické náročnosti budovy.

Z hlediska vytápění se pokrývá 1,8 MWh/rok pro ohřev teplé vody a vytápění z elektřiny, dřevní pelety pak pokrývají 10,04 MWh/rok. Přesto při převedení faktorem energonositele je spotřebovaná energie 4,68 MWh/rok na elektřinu a 2 MWh/rok z dřevních pelet. Přestože elektřina pokrývá jen 15 % roční potřeby, na její výrobu je uvažováno 70 % roční spotřebované energie, při pokrytí ze sítě.

Průkaz energetické náročnosti budovy a protokol je přiložen v části B.3.1 – průkaz energetické náročnosti budovy.

12 Zdravotně technické instalace

Rodinný dům bude napojen na síť vodovodu a kanalizace splaškové a dešťové. Kromě vnitřních rozvodů budou provedeny i přípojky. Vnitřní rozvody vody napojují hygienické jádro domu na vodovodní přípojku přes vodoměr, příprava teplé vody je centrální

v technické místnosti s cirkulací teplé vody. Splašková kanalizace je navržena nejkratší možnou trasou do splaškové přípojky. Na dešťové kanalizaci budou provedeny akumulční a vsakovací zařízení pro snížení odvádění dešťové vody mimo pozemek, akumulční nádrž bude sloužit pro zavlažování pozemku.

12.1 Rozvody vody

Vodovod je určen pro rozvod vody k lidské spotřebě. Průměrná denní potřeba vody je stanovena na 384 l. Vodovodní přípojka bude napojena na vodovodní řad pomocí navrtávky a za vyvedením do objektu je přípojka ukončena vodoměrnou sestavou, dle požadavků správce sítě, vodoměr bude vybaven dálkovým odečtem.

Ohřev vody je zprostředkován v ohřívači teplé vody s objemem 200 l. Pro urychlení dodávky teplé vody je navrženo cirkulační potrubí. Jelikož je do ohřívače napojen fototermický solární systém, bude za ohřívačem, na potrubí teplé vody, osazen pojistný ventil a termostatický směšovací ventil pro ochranu proti opaření zajišťující smísení vody na 55 °C.

Připojení studené vody do ohřívače je opatřeno kontrolovatelnou zpětnou klapkou zamezující kontaminaci veřejného vodovodu ohřátou vodou vhodnou pro množení bakterií, před ohřívačem je osazen pojistný ventil pro snížení tlaku po objemové expanzi ohřívání vody. Jako ochrana proti množení bakterií v ohřívači je systém nastaven tak, aby jednou za týden zvýšil teplotu v ohřívači na 70 °C minimálně na minimálně 1 hodinu.

Potrubí mezi hygienickým zázemím a přípojkou budou vedeny pod stropem, případně v podhledu, následně bude většina rozvodů vedena v předstěnách hygienických místností nebo za kuchyňskou linkou. Výtokové armatury nebyly specifikovány, uvažují se armatury standardních rozměru, například se neuvažuje velkopřítoková sprcha.

12.2 Splašková kanalizace

Splašková kanalizace je navržena pro hygienické jádro, kuchyni a technickou místnost. Svislé odpadní potrubí hygienického jádra je vyvedeno nad střechu, kde je odvětráno, v technické místnosti pro stoupací potrubí pojistných ventilů a odvodu kondenzátu je ukončeno pouze přivzdušovací hlavice.

Ležaté svodné potrubí je vedeno v základech a navazuje na spadišťovou a revizní šachtu, odtud je vedena kanalizační přípojka. Spadišťová šachta je navržena z důvodu velkého převýšení mezi objektem a veřejnou sítí. Minimální spád horizontálních potrubí je 3%. Připojovací potrubí jsou vedena v předstěnách, svislé spádové potrubí je vedeno v instalační šachtě.

Potrubí je kontrolovatelné za pomoci navržených čistících kusů umístěných na svislém odpadním potrubí a spadištvové šachty. Tyto prvky zajišťují čistitelnost celého systému.

12.3 Dešťová kanalizace

Systém dešťové kanalizace je navržen na zachytávání srážkových vod ze všech střech novostavby a zpevněných ploch chodníku a příjezdové cesty. Po obvodu budovy jsou umístěny lapače střešních splavenin, na ploché střeše střešní vtoky a z liniového žlabu na hranici pozemku. Tyto prvky jsou svedeny do akumulární nádrže o objemu 4,5 m³, jejíž přepad vede do vsakových bloků s retenčním objemem 9,73 m³ a vsakovací plochou 17,28 m², skládající se z vsakovacích bloků. Přepad z těchto bloků je sveden do revizní šachy a kanalizační přípojkou do veřejné dešťové kanalizace. Ležaté potrubí je vedeno ve spádu minimálně 3%. Potrubí je kontrolovatelné za pomoci navržených čistících kusů umístěných a vstupu z revizních šachet nebo lapačů střešních splavenin. Tyto prvky zajišťují čistitelnost celého systému.

Akumulární nádrž je navržena za účelem redukce spotřeby pitné vody na údržbu zahrady v letním období, objem je navržen pro suché období 3 týdnů s omezením zavlažování neprioritních ploch, myšleny plochy běžného trávníku. Jelikož se jedná o dešťovou vodu z inertních ploch není třeba využít jiné filtrace než košem proti hrubým nečistotám umístěným v nátoku akumulární nádrže. Využívání vody z akumulární nádrže bude pouze čerpadlem instalovaným v nádrži napojeným na zahradní hadici.

13 Vytápění a ohřev teplé vody

Jednou z hlavních složek interního mikroklimatu je tepelně-vlhkostní stav místnosti, hlavní technologií ovlivňující tuto složku je systém vytápění, který musí zajišťovat dostatečnou dodávku energie pro udržení stabilní teploty i v nejhorších návrhových podmínkách. Jelikož však exteriérové podmínky neodpovídají trvale těm návrhovým zvyšuje se požadavek na regulovatelnost systému vytápění pro udržení stálé vnitřní a udržení efektivity zdroje, či jeho zvyšování.

Komfort v budově je také zajištěn systémem ohřevu vody, toto je již dlouhodobě standard ve většině staveb a tato stavba není výjimkou, pro zvýšení komfortu je navržena cirkulace teplé vody pro urychlení dodávky teplé vody a snížení spotřeby na odpouštění studené.

13.1 Primární zdroj

Jakožto primární zdroj pro vytápění a ohřev teplé vody bude instalován stacionární kotel na pelety s topným výkonem 15 kW v provozu typu C, kdy kotel má přívod spalovacího vzduchu z exteriéru a spaliny jsou odváděny samostatným kouřovodem do komína. Kotel na pelety byl navržen z těchto důvodů.

- Budova je umístěna ve Zlínském kraji, kde se nachází velké množství výrobců pelet a je možné výhodné pořízení tohoto paliva,
- kotel na pelety umožňuje vyšší teplotu topné vody a vyšší teplotní spád, díky tomu je možné navrhnout menší otopná tělesa a nižší průtok,
- výstupní teplota topné vody je vyšší, než je potřebná pro běžný provoz v návrhových podmínkách, díky tomu lze vytvořit provozní stav pro zátop s vyšší přiváděnou topnou vodou pro rychlejší nahřátí stavebních konstrukcí,
- směr budovy neumožňuje efektivní umístění fotovoltaických panelů na jih, které by mohly napájet tepelné čerpadlo, energetický mix sítě nepodporuje „čistý“ provoz při napájení tepelného čerpadla, proto je kotel pro tuto stavbu ekologičtějším řešením.

Pro správný provoz kotle jsou navrženy další části systému. Akumulační nádrž, aby mohl být kotel provozován na plný výkon při kterém je zajištěn správný provoz odkouření. Komínové těleso s průměrem průduchu 140 mm, zajišťující dostatečný tah. Komín musí být zaizolován, aby nedocházelo k nadměrné kondenzaci spalin.

13.2 Solární panely

Sekundárním zdrojem energie jsou navrženy fototermické panely s orientací na jihovýchod pokrývající plochou střechu. Velikost panelů je navržena pro plné pokrytí potřeby pro ohřev teplé vody v období květen až srpen, přebytečné teplo je následně ukládáno do akumulací nádrže systému vytápění. Systém fototermiky byl zvolen z těchto důvodů.

- Snížení energetické náročnosti budovy využitím energie okolního prostředí, panely pokryjí ročně 57 % z potřebné energie na ohřev teplé vody tvořící 48 % z celkové dodané energie do stavby,
- fototermické panely benefitují z navržené akumulací nádrže pro kotel na pevná paliva, využívající její akumulací objem pro uložení přebytků tepla,

Pro provoz solárních panelů je navržena solární soustava. V systému bude provozována nemrznoucí směs, proto úkap ze systému pojistným ventilem bude zachytáván do uzavřené nádoby a následně recyklován či znova napuštěn do systému a všechny armatury musí být na tuto kapalinu připraveny.

13.3 Ohřev teplé vody

Ohřev teplé vody je nezbytnou součástí v domácnostech, zároveň je však jedním z energeticky nejnáročnějších systémů. Pro zvýšený komfort uživatelů je navržena cirkulace teplé vody nadále zvyšující spotřebu již tak náročného systému. Kromě komfortu je však cirkulace i prvkem zvyšující zdravotní nezávadnost vody v rozvodech, zamezujícím množení bakterií legionella v chladnoucím potrubí. Pro alespoň částečné pokrytí potřebné energie je navržen ohřívač teplé vody schopný využití solární energie.

Ohřev vody je zprostředkován v ohřívači teplé vody s objemem 200 l, umístěného v technické místnosti, primárním zdrojem tepla je kotel na pelety, který napájí ohřívač teplé vody, jako sekundární zdroj je ohřívač napojen na fototermický solární systém.

13.4 Otopný systém

Topná voda je ukládána do 750l akumulární nádrže umístěné v technické místnosti. Z něj je vedena do rozdělovače a sběrače kde se vypojují okruhy ohřevu teplé vody a ohřevu větracího vzduchu, které jsou řešeny v technické místnosti. Rozvody otopného systému jsou řešeny z mědi v podhledech a volně vedených, v podlahách jsou pak navrženy vícevrstvé kompozitní potrubí plastu a hliníku.

Okruh vytápění je samostatně napojen na rozdělovač a sběrač, okruh je vybaven trojcestným směšovacím ventilem. Rozvody jsou z technické místnosti vedeny pod stropem do podhledu v obytné části, zde se stoupacím potrubím napojí na rozvody v druhém nadzemním podlaží. V prvním nadzemním podlaží je potrubí svedeno do podlahy v koupelnové příčce. Rozvody v podlaze jsou následně přivedeny k jednotlivým otopným tělesům. Otopná tělesa byla navržena desková tělesa a v zádveří lavicový konvektor. Připojení otopných těles v obytné části je přes regulovatelné H-šroubení s vestavěnou termostatickou hlavicí, ostatní tělesa jsou připojena přes termostatický ventil s termostatickou hlavicí a regulační šroubení. Otopná soustava je navržena na teplotní spád 55/39,97 °C. Termostatické ventily v obytné části jsou napojeny na přenosné termostaty v místnosti.

Ohřev vzduchu je na vlastním kvalitativně regulovatelném okruhu z rozdělovače a sběrače. Rozvody jsou vedeny podél stěny v technické místnosti. Ohřev teplé vody je vlastním okruhem z rozdělovače a sběrače, nemá žádnou výkonovou regulaci kromě vypnutí čerpadla.

13.5 Pojistná zařízení

Pojistné ventily jsou navrženy u každého zdroje tepla, zde i akumulční nádrž a ohřivač teplé vody. U pojistných ventilů bude kontrolní nádobka umožňující kontrolu, zda byl ventil otevřen. Odvody od pojistných ventilů budou napojeny na kanalizační potrubí přes suchou zápachovou uzávěrku, kromě pojistného ventilu solární soustavy, která bude vyústěna do uzavřené nádoby. Na potrubí ohřevu teplé vody nemusí být kontrolní nádobka, jelikož otevírání bude při provozu běžné.

Pro udržování pracovního přetlaku a kompenzaci teplotní roztažnosti topné vody v otopném a solárním systému byly navrženy membránové expanzní nádoby. Pro ohřev teplé vody nebyla navržena expanzní nádoba, z důvodu zamezení stagnující vody v systému.

13.6 Regulace

Ekvitermní regulace bude probíhat na směšovacím ventilu otopného okruhu, jelikož výkon zdroje nebude regulován pro nejvyšší účinnost a správný provoz odkouření. Okruh ohřivače vzduchotechniky bude řízen teplotním čidlem před ohřivačem ve vzduchotechnickém potrubí. Okruh ohřevu teplé vody bude spouštěn podle teplotních čidel umístěných v ohřivači teplé vody.

Systémem regulace lze dosáhnout nejvyššího komfortu interního mikroklimatu. Teplotu interiéru bude možno regulovat přenosnými termostaty ve vytápěných obytných místnostech a bude možno je umístit podle toho kde se zrovna osoba v místnosti pohybuje.

13.7 Potřeba paliva

Roční potřeba energie byla vypočtena na 16,68 MWh/rok na provoz ohřevu vzduchu a vytápění. Pokud by tyto systémy byly provozovány celoročně energií kotle byla by spotřeba pelet 3640 kg. Pro skladování tohoto objemu je v domě navržena místnost číslo 104, sklad paliva, ve které je prostor pro toto množství. Zároveň je v této místnosti navržena box na pelety, který je pneumaticky propojen s kotlem, pro snížení pracnosti doplňování pelet.

13.8 Porovnání alternativního zdroje tepla

Jakožto alternativní zdroje byly zvažovány kotel na kusové dřevo nebo tepelné čerpadlo. Tyto zdroje budou srovnány podle primární energie, ve které je zohledněna energie neobnovitelných zdrojů potřebná k vytvoření energonositele v oblastech vytápění a ohřevu teplé vody, jelikož alternativní zdroj tepla neovlivní primární energii potřebnou na osvětlení či větrání. Hodnoty faktorů neobnovitelných zdrojů primární energie jsou přebrány z vyhlášky číslo 264/2020 Sb.

Primární energií se rozumí energie neobnovitelných zdrojů, která neprošla žádným procesem přeměny; její výše je vypočtena pomocí faktorů primární energie z neobnovitelných zdrojů energie.¹

Dodanou energií se rozumí množství energie potřebnou pro celoroční provoz navržených systémů.

Energonositel se rozumí hmota nebo jev, které mohou být použity k výrobě mechanické práce nebo tepla nebo na ovládání chemických nebo fyzikálních procesů.²

Celková dodaná energie na vytápění a ohřev teplé vody je 11,84 MWh/rok, tyto propočty neuvažují s účinkem solární soustavy, která pokryje významnou část této energie v letním období.

Z hlediska vytápění se pokrývá 1,8 MWh/rok energie pro ohřev teplé vody a vytápění z elektřiny, dřevní pelety pak pokrývají 10,04 MWh/rok. Přesto při převedení faktorem energonositele je spotřebovaná primární energie 4,68 MWh/rok na elektřinu a 2 MWh/rok z dřevních pelet. Přestože elektřina pokrývá jen 15 % roční potřeby, na její výrobu je uvažováno 70 % roční spotřebované primární energie, při pokrytí ze sítě.

Pokud bychom chtěli zachovat aktuální primární energii při nahrazení zdroje tepla za tepelné čerpadlo plně napájeného energií ze sítě, potřebovali bychom pro navrhovaný systém tepelné čerpadlo s SCOP minimálně 5,7. Tepelné čerpadlo zároveň klade omezení na návrh otopného systému, například snižujícím se SCOP při zvýšení výstupní otopné vody a nelze jím jednoduše nahradit zdroj v jakékoliv soustavě. Pokud bychom nahradili kotel na pelety kotlem na kusové dřevo klesla by celková dodaná energie primární energie z 6,68 MWh/rok na 5,68 MWh/rok.

Tyto propočty poukazují na užitečnost pevných paliv v pasivních domech z hlediska dlouhodobé udržitelnosti, nebo alespoň využití v aktuálním přechodném období, kdy se energetický mix veřejné sítě skládá převážně z neobnovitelných zdrojů s efektivností výroby elektřiny blížícímu se 30 %. Energie potřebná na zpracování pevných paliv je oproti tomu velice nízká vzhledem k jejich výhřevnosti, toto se odráží ve faktoru primární energie, který je pro elektřinu 2,6 a pro pelety 0,2.

Kotel na pelety v porovnání s kotlem na kusové dřevo má dvojnásobné množství primární energie, v celém systému se však jedná o 15% zvýšení. Kotel na dřevo by tak z hlediska primární energie byl výhodnější, v návrhu se však přiklonilo ke komfortu peletového kotle s nižší periodicitou doplňování paliva.

¹Vyhláška č. 264/2020 Sb.; §2 odstavec j)

²Vyhláška č. 264/2020 Sb.; §2 odstavec g)

Jednoduché porovnání tepelného čerpadla není možné, jelikož výrobci využívají jiné systémy chladivových okruhů, různá chladiva a další parametry tepelných čerpadel. U běžných tepelných čerpadel může SCOP dosahovat hodnoty 4,5 a primární energie by byla navýšena o 1,4 MWh/rok. Z důvodu orientace stavby nebyly navrženy fotovoltaické panely, které by mohly alespoň částečně pokrýt potřebu elektrické energie tepelného čerpadla, z tohoto důvodu se pro navrhovanou stavbu zvolil kotel na pelety.

14 Vzduchotechnika

Dům bude větrán nuceně rovnotlance vzduchotechnickou jednotkou vybavenou čtyřmi filtry, dvěma ventilátory, elektrickým přehřevem a entalpickým výměníkem. Rozvody budou vedeny v pevném kruhovém potrubí spiro. Přívodní elementy jsou navrženy do pobytových místností, odvodní pak v komunikačních a hygienických prostorech. Jedinou výjimkou je obývací pokoj s kuchyní, ve kterém je přívod a odvod rovnocenný pro zamezení šíření pachů z vaření do ostatních místností, na odvodním potrubí z kuchyně je navržen tukový filtr za odvodním elementem pro zachycení pachů a udržení čistoty potrubí.

Výměna vzduchu v místnostech je stanovena vždy podle převyšujícího požadavku buď na výměnu vzduchu, minimálního průtoku vzduchu na osobu, nebo na hygienické zařízení. Celková výměna vzduchu v budově je stanovena na 345 m³/h. Sání z exteriéru je navrženo na východní fasádě, výfuk pak na severní na oknem technické místnosti. Komunikační prostory budou větrány průtokem vzduchu mezi místnostmi přívodními a odváděnými.

Přívodní vzduch bude filtrován dvoustupňově, hrubým stupněm filtrace ISO ePM10 60% a následným jemným filtrem ISO ePM1 65%, odváděný vzduch je filtrován jednostupňově filtrem ISO ePM10 60%. Za jednotkou na potrubí bude osazen vodní ohříváč vzduchu, který bude pokrývat tepelnou ztrátu větráním, ohřevem vzduchu na teplotu interiéru.

Rozvody v technické místnosti jsou izolovány, mezi vzduchotechnickou jednotkou a exteriérem tepelnou izolací pro zamezení kondenzace na potrubí a mezi vzduchotechnickou jednotkou a obytnou částí domu akustickou izolací pro redukci rozvádění hluku z technické místnosti vzduchotechnickým potrubím.

Vzduchotechnika nebyla navržena pro technické místnosti 103 a 104, kde se uvažuje přirozené větrání.

15 Chlazení

V budově je navrženo komfortní chlazení do tří kritických místností na jižní straně stavby, přesněji se jedná o místnosti číslo 106, 206 a 207, obývací pokoj a pokojů, kde v létě hrozí přehřívání, podložené výpočtem v programu Simulace 2018. Chlazení bude zprostředkováno multi-split systémem s vnitřními kazetovými jednotkami a vnější

jednotkou umístěnou na ploché střeše. Ovládání výkonu vnitřních jednotek bude pomocí přenosného ovladače umístěného v místnosti.

Systém multi-split vyžaduje vlastní potrubí mezi každou vnitřní a venkovní jednotkou, potrubí bude instalováno dle požadavků výrobce. Systém bude pracovat s chladivem R32. Od vnitřních jednotek musí být vedeno potrubí odvodu kondenzátu, tento rozvod bude veden k nejbližšímu potrubí kanalizace, na které bude napojen přes suchou zápachovou uzávěrku. Kondenzát z vnější jednotky bude volně vypouštěn na plochou střechu.

16 Umělé osvětlení

Svítilna jsou navržena v požadovaném provedení a krytí v závislosti na typu místnosti, charakteru vykonávané činnosti a vnějších vlivech v řešeném prostoru svítidly v LED provedení s teplotou chromatičnosti 4 000 K. Na pracovních místech s vyššími nároky na osvětlenost bude požadovaná osvětlenost zajištěna místním přisvětlením.

Ovládání osvětlení bylo provedeno po sekcích, pomocí spínačů, přepínačů, a tlačítkových ovladačů přes impulzní relé. Ovládání osvětlení průchozích místností bylo provedeno z více míst. Ovladače osvětlení budou umístěny do standardní výšky 1 200 mm nad podlahou.

17 Elektroinstalace

Budova bude napojena na stávající elektrickou síť vedenou pod vozovkou před budovou, pomocí přípojky nízkého napětí v provedení CYKY 4J 230 V/50 A, 50 Hz přivedenou do pojistkové skříně vybavenou hlavním jističem 3×50 A, skříň je umístěna na hraně pozemku v oplocení společně s elektroměrovou skříní. V elektroměrové skříní se přechází ze soustavy TN-C vedené v přípojce na TN-S pro vnitřní rozvody.

V budově je hlavní rozvaděč umístěn v místnosti číslo 103, technická místnost, z něj jsou vyvedeny všechny silové rozvody zásuvek, osvětlení a specifických spotřebičů jako indukční varná deska, kotel, vzduchotechnická jednotka a ohřívač teplé vody.

Zásuvkové rozvody byly navrženy jako vestavné a přisazené v krytí IP20 nebo přisazené v krytí IP44. Pokud nebylo stanoveno jinak zásuvky v a na příčkách budou instalovány ve výšce 1,2 m nad podlahou. Všechny zásuvkové okruhy byly jištěny proudovými chrániči s nadproudovou ochrannou. Zásuvek určené pro napojení citlivých elektronických zařízení obsahují minimálně jednu zásuvku s přepětovou ochranou. Tyto zásuvkové skupiny budou označeny štítkem barevným štítkem. Zásuvkové okruhy jsou navrženy v provedení 230 V/16 A

18 Požárně bezpečnostní řešení

Budova spadá do skupiny OB1 a splňuje požadavky stanovené vyhláškou č. 268/2009 Sb. na bezpečnost při užívání, stabilitu, požární bezpečnost, ochranu zdraví osob a zvířat pro tuto skupinu staveb.

Požární výška stavby je stanovena výškou od podlahy 1.NP po podlahu 2.NP, požární výška je 3,2 m. Konstrukční systém budovy je zaříděn do systému nehořlavý, jelikož svíslé nosné konstrukce, vodorovné nosné konstrukce a střešní konstrukce jsou skupiny DP1.

Stavba s krytým stáním tvoří samostatný požární úsek P1.01/N2, stavební konstrukce v budově vyhovují požadavkům z hlediska požárních odolností. Ve stavbě byl navržen přenosný hasící přístroj 183B v místnosti číslo 103 – technická místnost. Z budovy vede jedna nechráněná úniková cesta splňující požadavky na minimální rozměry a typ únikové cesty. V budově jsou instalovány dvě zařízení autonomní detekce a signalizace kouře, jedno v 2.NP na chodbě spojující dětské pokoje, druhé na chodbě 1.NP mezi obývacím pokojem a ložnicí.

19 Vliv stavby na okolí

Negativní vliv na přírodu a krajinu bude co nejvíce eliminován. Hlavní dlouhodobá eliminace vlivu na okolní krajinu bude zajištěna pravidelnými revizemi komína a kotle na pevná paliva.

Negativní vlivy stavby na okolní budovy budou v co největší možné míře minimalizovány, zároveň nebude mít výrazný vliv na odtokové poměry v území. Dešťová voda bude odváděna do akumulární nádrže o objemu 3 m³ s následným přepadem do vsakovacích bloků s retenční funkcí o objemu 9,8 m³ pro snížení volného odtoku do kanalizační sítě. Komunální a tříděný odpad bude ukládán do nádob na odpad u vstupu na pozemek kde bude zajištěn jejich odvoz.

Během stavby bude co nejvíce redukován negativní vliv na okolí stavby. Práce budou prováděny ve stanovených časových úsecích, bude vypracován hlukový harmonogram pro určení maximálních dob provozu zdrojů hluku dle ekvivalentní hladiny akustického tlaku. Vozidla vjíždějící na vozovku budou před vjezdem očištěna u mycího stojanu. Prašnost od pojezdu techniky bude redukována zkráplením cest.

20 Dopravní řešení

Pozemek je napojen na veřejnou komunikaci z jihu, jednopruhovou o šířce 4 m s omezením rychlosti na 30 km/h. Na protější straně je navazující chodník. Napojení na veřejnou komunikaci je řešeno ve výkresu A.2.3 – koordinační situace vykresleným rozhledovým trojúhelníkem.

Vstup a vjezd k budově jsou napojeny na kryté parkovací stání. Příjezdová komunikace má šířku 3 m o délce 6 m. Podél vede chodník o šířce 1,5 m se stejnou délkou. Povrchy jsou vyspádovány směrem ke žlabu na hranici pozemku pro odvod srážkové vody.

21 Terénní úpravy a řešení vegetace

Zemní práce budou zahájeny sejmutím ornice o mocnosti 250 mm, ta bude uložena na deponii o výšce maximálně 2 m a následně bude použita k finální úpravě pozemku. Pozemek bude vyrovnán za pomoci vytěžené zeminy, kde množství vytěžené zeminy bude převyšovat množství násypů.

Zpětně použitá zemina bude oseta travním semenem. Během terénních úprav bude pokáceno velké množství keřů nacházejících se na pozemku. Následné osazení rostlin a dřevin bude navrženo dle požadavků investora

22 Orientační náklady stavby

Určení dle obestavěného prostoru dle cenové soustavy RTS:

$$C = U \times V$$

$$C = 8610 \times 952,6 = 8\,201\,886 \text{ Kč}$$

kde	C	je orientační náklady na stavbu [Kč]
	U	je cenový ukazatel pro obestavěný prostor [Kč·m ⁻³]
	V	je obestavěný prostor [m ⁻³]

Závěr

Práce byla zaměřena na vypracování projektové dokumentace rodinného domu v úrovni převyšující stavební povolení a návrh technických zařízení budov v tomto objektu.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou dílčích částí, první, zaměřená na architektonicko-stavební a konstrukční řešení s posouzením budovy na stavebně fyzikální a požárně bezpečnostní požadavky. Druhá část pak řeší návrh systému technických zařízení budov se zaměřením na vytápění.

Hlavními cíli v části pozemního stavitelství a optimálním způsobem eliminovat tepelné mosty konstrukcí. V průkazu energetické náročnosti budov se toto počínání zhodnotilo, jelikož budova splňuje požadavek na pasivní standard.

V části technických zařízení budov bylo cílem navrhnout systém vytápění sestávající se z kotle na pelety a solárních panelů. S výhodou byla do budovy navržena klasická otopná tělesa, která efektivně využívají vyšší výstupní teplotu zdroje.

Díky této práci jsem nabyl velké množství nových zkušeností a poznatků pro návrh zdrojů na pevná paliva a jejich přidruženého vybavení.

Seznam použitých zdrojů

Použité normy, zákony a vyhlášky:

ČSN 73 4301, *Obytné budovy*. 2004.

ČSN 73 0532, *Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků - Požadavky*. 2020.

ČSN 73 0540-2, *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. 2011.

ČSN 73 0580-1, *Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky*. 2007.

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.: Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: . 2011, 97/2011.

Vyhláška č. 268/2009 Sb.: Vyhláška o technických požadavcích na stavby. In: . 2009, 81/2009.

Vyhláška č. 264/2020 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov. In: . 2020, 98/2020.

Zákon č. 283/2021 Sb.: Stavební zákon. In: . 2021, 124/2021.

Zákon č. 183/2006 Sb.: Zákon o územním plánování a stavebním řádu. In: . 2006, 63/2006.

Použitá odborná literatura:

CIHLÁŘ, Jiří; POČINKOVÁ, Marcela a GEBAUER, Günter. *Technická zařízení budov: Ústřední vytápění I : cvičení, ateliérová tvorba*. Brno: CERM, 1998. ISBN isbn80-214-1142-2.

HIRŠ, Jiří a GEBAUER, Günter. *Vzduchotechnika v příkladech*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN isbn80-7204-486-9.

BENEŠ, Petr; SEDLÁKOVÁ, Markéta; RUSINOVÁ, Marie; BENEŠOVÁ, Romana a ŠVECOVÁ, Táša. *Požární bezpečnost staveb*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2021. ISBN isbn978-80-7623-070-5.

Použité webové stránky:

TZB-info. [Online]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/>. [cit. 2024-05-23].

DEKSOFT. [Online]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/>. [cit. 2024-05-23].

The Engineering ToolBox. [Online]. Dostupné z: <https://www.engineeringtoolbox.com/>. [cit. 2024-05-23].

Zákony pro lidi. [Online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>. [cit. 2024-05-23].

RTS, a.s. [Online]. Dostupné z: <https://www.rts.cz/>. [cit. 2024-05-23].

Použitý software:

Autodesk AutoCAD 2022

CADKON+ 2024

MS Office

DEKSOFT - Tepelná technika 1D

DEKSOFT - Energetika

DEKSOFT - TZB

Teplo 2017

Area 2017

Simulace 2018

Hluk+

BuildingDesign

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Hluková mapa, v denním období, software Hluk+, autor

Obrázek 2: Hluková mapa, v nočním období, software Hluk+, autor

Obrázek 3: Situace s posuzovanými body na okolních stavbách, software BuildingDesign, autor

Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratky

ČSN	česká technická norma
DN	diameter nominal (jmenovitý průměr)
ePM	efficiency particulate matter (účinnost oddělení částic)
EN	evropská norma
EPS	expandovaný polystyren
ISO	International Organization for Standardization
IO	inženýrský objekt
IP	ingress protection (úroveň krytí)
LED	light-emitting diode (světelná dioda)
PIR	polyisokyanurátová pěna
SBS	styren butadien styren
SCOP	seasonal coefficient of performance (sezónní topný faktor)
SO	stavební objekt
WC	water closet (záchodová mísa)
XPS	extrudovaný polystyren

Symboly

f_{Rsi}	[-]	teplotní faktor vnitřního povrchu, vypočtená hodnota
$f_{Rsi,N}$	[-]	teplotní faktor vnitřního povrchu, požadovaná hodnota
U	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	součinitel prostupu tepla, vypočtená hodnota
U_n	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	součinitel prostupu tepla, požadovaná hodnota
U_{em}	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	součinitel prostupu tepla, průměrná hodnota
M_c	$[kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}]$	množství zkondenzované vodní páry, vypočtená hodnota
$M_{c,N}$	$[kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}]$	množství zkondenzované vodní páry, požadovaná hodnota
ψ_{si}	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$	lineární činitel prostupu tepla, vypočtená hodnota
$E\Delta U_{tbk,j}$	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	přirážka na liniové tepelné mosty
R'_w	[dB]	stavební vzduchová neprůzvučnost
L'_w	[dB]	stavební kročejová neprůzvučnost
$R'_{w, fac}$	[dB]	stavební vzduchová neprůzvučnost fasády, vypočtená hodnota
$R'_{w, fac, min}$	[dB]	stavební vzduchová neprůzvučnost fasády, požadovaná hodnota
D	[%]	činitel denní osvětlenosti, vypočtená hodnota
D_{min}	[%]	činitel denní osvětlenosti, požadovaná hodnota
p	[min]	doba proslunění místnosti, vypočtená hodnota
p_{min}	[-]	doba proslunění místnosti, požadovaná hodnota
C	[Kč]	orientační náklady na stavbu
U	$[Kč \cdot m^{-3}]$	cenový ukazatel pro obestavěný prostor
V	$[m^{-3}]$	obestavěný prostor

Seznam příloh

PŘÍLOHA A – POZEMNÍ STAVBY

- A.1 PRŮVODNÍ A SOUHRNNÁ ZPRÁVA
 - A.1.1 PRŮVODNÍ A SOUHRNNÁ ZPRÁVA
- A.2 SITUAČNÍ VÝKRESY
 - A.2.1 SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ
 - A.2.2 KATASTRÁLNÍ SITUACE
 - A.2.3 KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES
- A.3 ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ
 - A.3.1 VÝPIS SKLADEB
 - A.3.2 VÝPIS VÝPLNÍ OTVORŮ
 - A.3.3 PŮDORYS 1.NP
 - A.3.4 PŮDORYS 2.NP
 - A.3.5 PŮDORYS STŘECHY
 - A.3.6 ŘEZ A-A'
 - A.3.7 ŘEZ B-B'
 - A.3.8 POHLEDY
- A.4 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ČÁST
 - A.4.1 VÝKRES ZÁKLADŮ
 - A.4.2 VÝKRES TVARU STROPU NAD 1.NP
 - A.4.3 VÝKRES TVARU STROPU NAD 2.NP
 - A.4.4 DETAIL NAPOJENÍ SKLONITÉ STŘECHY NA OBVODOVOU ZEĎ
 - A.4.5 DETAIL NAPOJENÍ VRCHOLU SKLONITÉ STŘECHY
 - A.4.6 DETAIL ATIKY
 - A.4.7 DETAIL SOKLU
 - A.4.8 DETAIL PARAPETU
 - A.4.9 DETAIL OSTĚNÍ
 - A.4.10 DETAIL NADPRAŽÍ
- A.5 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ
 - A.5.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA
 - A.5.2 KOORDINAČNÍ SITUACE – PBR

A.6 STAVEBNĚ FYZIKÁLNÍ HODNOCENÍ

A.6.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

PŘÍLOHA B – TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV

B.1 KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ SYSTÉMŮ TZB

B.1.1 ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE

B.1.1.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.1.1.2 PŮDORYS 1.NP – VODOVOD

B.1.1.3 PŮDORYS 2.NP – VODOVOD

B.1.1.4 AXONOMETRIE – VODOVOD

B.1.1.5 PODÉLNÝ PROFIL PŘÍPOJKY – VODOVOD

B.1.1.6 PŮDORYS ZÁKLADŮ – KANALIZACE

B.1.1.7 PŮDORYS 1.NP – KANALIZACE

B.1.1.8 PŮDORYS 2.NP – KANALIZACE

B.1.1.9 PŮDORYS STŘECH – KANALIZACE

B.1.1.10 ROZVINUTÝ ŘEZ

B.1.1.11 PODÉLNÝ ŘEZ SPLAŠKOVOU KANALIZACÍ

B.1.1.12 PODÉLNÝ ŘEZ DEŠŤOVOU KANALIZACÍ

B.1.2 VZDUCHOTECHNIKA

B.1.2.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.1.2.2 PŮDORYS 1.NP – VZDUCHOTECHNIKA

B.1.2.3 PŮDORYS 2.NP – VZDUCHOTECHNIKA

B.1.3 ELEKTROINSTALACE

B.1.3.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.2 VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ

B.2.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.2.2 PŮDORYS 1.NP – VYTÁPĚNÍ

B.2.3 PŮDORYS 2.NP – VYTÁPĚNÍ

B.2.4 PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

B.2.5 SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES

B.2.6 SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÉ SOUSTAVY

B.2.7 PŮDORYS 1.NP – CHLAZENÍ

B.2.8 PŮDORYS 2.NP – CHLAZENÍ

B.3 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

B.3.1 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY