



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

JEDNOGENERAČNÍ RODINNÝ DŮM

SINGLE-FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kristýna Kapounová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Karel Struhala, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav pozemního stavitelství
Studentka: **Kristýna Kapounová**
Vedoucí práce: **Ing. Karel Struhala, 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:

Jednogeneční rodinný dům

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané 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 v 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 31. 10. 2023

L. S.

prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Karel Struhala, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Předmětem mé bakalářské práce je návrh rodinného domu s téměř nulovou spotřebou energie. Nachází se v nově zastavěné lokalitě v Ústí nad Orlicí. Práce je rozdělena do dvou částí. První část práce obsahuje architektonické a konstrukční návrhy, posouzení stavební fyziky (akustika, osvětlení, tepelná technika) a požární bezpečnosti. Druhá část je zaměřena na návrh technického zařízení budovy a energetické náročnosti budovy. Objekt má dvě nadzemní podlaží a připojenou garáž s dílnou, která má jedno podlaží. Objekt má sedlovou střechu a garáž má plochou vegetační střechu. Hlavní vchod je situován na sever. V prvním patře se nachází obývací pokoj propojeným s jídelnou a kuchyní. Další místnosti v prvním patře jsou kancelář, koupelna, toaleta a technická místnost. Ve druhém patře je klidová zóna, kde je umístěna ložnice, dva dětské pokoje, šatna, koupelna a toaleta. Objekt je založen na základových pasech z prostého betonu a betonových tvárnic s ocelovou výztuží. Stěny jsou navrženy z keramických tvárnic a stropní desky jsou navrženy z prefabrikovaných nosníků a keramických vložek. Obálka budovy je zateplena minerální vatou. Klimatizace v domě je zajištěna vzduchotechnickou jednotkou s rekuperací. Odpadní voda je vedena do veřejné kanalizace. Dešťová voda je akumulována v akumulační nádrži a odtud vedena do vsakovacích bloků. Voda je využívána k zavlažování zahrady. Teplá voda je dodávána 200l zásobníkem teplé vody. Elektřina je zabezpečena fotovoltaickými panely s bateriovým uložištěm a druhým zdrojem je veřejná síť. Vytápění je řešeno tepelným čerpadlem vzduch-voda a sekundárním zdrojem je krb s výměníkem. Rozvod tepla zajišťuje podlahové vytápění.

KLÍČOVÁ SLOVA

rodinný dům, stavební fyzika, vytápění, PENB, vegetační střecha, sedlová střecha

ABSTRACT

The aim of the bachelor's thesis is to design a nearly zero-energy single-family house. It is located in newly developed area in Ústí nad Orlicí. The thesis is divided into two parts. The first part of the thesis includes architectural and structural designs and assessment of building physics (acoustic, lightning, thermal parameters) and fire safety, the second part focuses on the design of selected building services and energy performance of the building. The building has two stories and attached garage with workroom which has one storey. The building has gable roof and garage has green flat roof. The main entrance is situated to the north. On the first floor is situated living space of the house with living room connected to dining room and kitchen. Other rooms on the first floor are office, bathroom, toilet, utility room. On the second floor is a private zone where is master bedroom, two children bedrooms, wardrobe, bathroom and toilet. The building is based on foundation strips made from plain concrete and concrete blocks with steel reinforcements. The walls are design from ceramic blocks and floor slabs are design from prefabricated beams and ceramic infills. The building envelope is insulated with mineral wool. Air conditioning in the house is ensured by a mechanical ventilation with recuperation. Waste water is directed into sewer system. Rain water is stored in an accumulation tank and from there into infiltration blocks, then water is also used for garden irrigation. Hot water is supplied by 200l hot water cylinder. Electricity is secured by photovoltaic panels with storage batteries and second source is public network. Heating is serviced by air-to-water heat pump and secondary source is fireplace with exchanger. Heat distribution is provided by floor heating system.

KEYWORDS

single-family house, building physics, heating, energy performance certificate, green roof, gable roof

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KAPOUNOVÁ, Kristýna. *Jednogeneční rodinný dům*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí Ing. Karel Struhala, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Jednogeráční rodinný dům* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2024

Kristýna Kapounová

autor

PODĚKOVÁNÍ

Velmi ráda bych poděkovala mému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Karlu Struhalovi, Ph.D. za jeho čas, trpělivost, ochotu a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za její čas a cenné rady při konzultacích. A v neposlední řadě bych ráda poděkovala svým blízkým, za velkou podporu v průběhu celého bakalářského studia.

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Stručná charakteristika lokality	12
2.1	Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení	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
8	Dopravní řešení.....	14
9	Terénní úpravy a řešení vegetace.....	15
10	Vliv stavby na okolí	15
11	Orientační náklady stavby	15
12	Požárně bezpečnostní řešení.....	16
12.1	Požární charakteristiky objektu	16
12.2	Stanovení požárních úseků	17
12.3	Stanovení požárního rizika.....	18
12.4	Posouzení požární odolnosti stavebních konstrukcí.....	18
12.5	Únikové cesty.....	19
12.6	Odstupové vzdálenosti	19
12.7	Zařízení pro protipožární zásah	19
12.8	Příjezdová a přístupová komunikace	20
13	Stavební akustika a ochrana před hlukem.....	20
13.1	Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky.....	20
13.2	Urbanistická akustika	20
14	Denní osvětlení a proslunění	21
15	Stavební tepelná technika	21
16	Energetická náročnost budovy	23
17	Větrání	24
17.1	Základní informace	24
17.2	Vzduchová bilance místností	24
17.3	Potrubí a distribuční prvky.....	24
17.4	Návrh vzduchotechnické jednotky	25

18	Zdravotně technické instalace	26
18.1	Bilance pitné a srážkové vody	26
18.2	Využití srážkové vody	26
18.3	Návrh akumulční nádrže a vsakovacího zařízení	26
19	Elektroinstalace	27
19.1	Hlavní jistič a domovní rozvaděč	27
19.2	Fotovoltaická elektrárna	27
20	Vytápění a ohřev teplé vody	29
20.1	Základní údaje	29
20.2	Výpočet tepelných ztrát	29
20.3	Potřeby energie	30
20.4	Spotřeba energie celkem	30
20.5	Doplňování systému a úprava vody	30
20.6	Izolace potrubí	30
20.7	Návrh zdroje tepla	31
20.8	Návrh ohřívače a zásobníku teplé vody	32
20.9	Návrh bivalentního zdroje	32
20.10	Podlahové vytápění	32
20.11	Návrh oběhových čerpadel a expanzní nádoby	33
20.12	Zkoušky, uvedení do provozu, předání	33
20.13	BOZP	34
20.14	Požární bezpečnost	34
20.15	Požadavky na ostatní profese	35
20.16	Nakládání s odpady	35
20.17	Ochrana ovzduší	35
21	Závěr	36
22	Seznam použitých zdrojů	37
23	Seznam příloh	43

1 Úvod

Obsahem bakalářské práce je zpracování projektové dokumentace nízkoenergetického rodinného domu ve stupni pro vydání stavebního povolení a prováděcího projektu vytápění. Závěrečnou práci tvoří textová část a přílohy A a B. Přílohy obsahují průvodní a souhrnnou textovou zprávu, koordinální situační výkres, architektonicko-stavební řešení, požárně bezpečnostní řešení, stavebně fyzikální posouzení konstrukcí a budovy, koncepční řešení systému TZB v budově, prováděcí projekt vytápění a průkaz energetické náročnosti budovy.

Stavební objekt se nachází ve městě Ústí nad Orlicí a je navržen tak, aby byl v souladu s územně plánovací dokumentací a územní studií města Ústí nad Orlicí. Rodinný dům je navržen jako dvoupodlažní objekt se sedlovou střechou a přilehlou garáží se střechou plochou vegetační. Svislé konstrukce objektu jsou navrženy z keramických tvárnic, vodorovné nosné konstrukce jsou z keramických nosníků a vložek. Keramické obvodové zdivo je zatepleno minerální vatou. Objekt bude založen na základových betonových pasech.

Zdrojem tepla zde bude tepelné čerpadlo vzduch-voda. Vytápění v obytných místnostech je navrženo pomocí podlahového topení. V objektu je navrženo nucené větrání s rekuperací, které bude zajišťovat vzduchotechnická jednotka umístěná v technické místnosti. Dešťové vody ze střech budou sváděny do akumulární nádrže a využívány pro zalévání zahrady.

Návrh je v souladu s veškerými platnými předpisy, technickými normami, zákony, vyhláškami a směrnici.

2 Stručná charakteristika lokality

Vybraná parcela se nachází ve východních Čechách ve městě Ústí nad Orlicí, v katastrálním území Ústí nad Orlicí. Zdejší lokalita je zastavěna samostatnými rodinnými domy. Dle územního plánu města Ústí nad Orlicí je dotčený pozemek také určen pro stavbu rodinných domů. Stavba je měřítkem, stylem i využitím v souladu s charakterem území.

2.1 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

SO 01 – Jednogeneční rodinný dům

SO 02 – Pergola

SO 03 – Zpevněné plochy

SO 04 – Vodovod

SO 05 – Elektřina

SO 06 – Odpadní kanalizace

SO 07 – Dešťová kanalizace

3 Navrhované kapacity stavby

Zastavěná plocha:	197,71 m ²
Obestavěný prostor:	1 196,72 m ³
Užitná plocha:	255,05 m ²
Počet funkčních jednotek:	1ks
Počet uživatelů:	4 osoby

4 Architektonické a tvarové řešení

Novostavba rodinného domu je navržena jako dvoupodlažní rodinný dům s přílehlou garáží. Stavba nebude převyšovat okolní objekty a bude zapadat do celkového rázu zástavby. Objekt je rozdělen na dva k sobě spojené obdélníky, kde nad větším z nich se bude nacházet sedlová střecha z keramických tašek v šedé barvě a nad menším obdélníkem je navržena střecha plochá vegetační. Fasáda objektu bude v barvě bílé. Okna i dveře budou v barvě hnědé, v odstínu Winchester.

5 Dispoziční a provozní řešení

Rodinný dům je navržen pro bydlení čtyř osob. Vstup do objektu je ze severní strany, kde je i vjezd na pozemek a do garáže. Přes zádveří se dostaneme pravými dveřmi do chodby, kde hned po levé straně je vstup do pracovny, rovněž je poté vstup do obývacího pokoje, který je propojen s kuchyní a jídelnou. Všechny tyto místnosti se nachází na slunné jižní a západní straně. Na severní straně v prvním podlaží je navržena technická místnost, koupelna, WC a schodiště do obytného podkroví. Horní podlaží je navrženo jako klidová část. Na jižní straně jsou situovány dva dětské pokoje, na západní pak ložnice a na sever je umístěna šatna, koupelna a WC.

6 Bezbariérové užívání stavby

Nejedná se o veřejně přístupnou budovu, a proto není potřeba řešit objekt jako bezbariérový. Investor zde bezbariérový přístup také nevyžaduje.

7 Konstrukční a materiálové řešení

Základové konstrukce

Základová konstrukce je navržena jako betonové základové pasy a dvě řady ztraceného bednění o rozměrech 250x250x400 mm s výztuží, dle statického posouzení. Podkladní beton s KARI sítí bude mít tloušťku 150 mm a bude z betonu C20/25.

Svislé nosné konstrukce

Je zde navržen zděný stěnový systém z keramických tvárnic. Obvodové zdivo je z broušených keramických tvárnic tloušťky 380 mm zděných na tenkovrstvé lepidlo. Nosné vnitřní zdivo je pak z broušených keramických tvárnic zděných na tenkovrstvé lepidlo v tloušťkách 300 mm a 240 mm.

Vodorovné nosné konstrukce

Stropní vodorovné nosné konstrukce jsou navrženy z keramických nosníků a vložek, zalité železobetonem. Zdivo bude zakončené pod stropní konstrukcí vždy ztužujícími věnci z betonu C20/25 s výztuží dle statického návrhu.

Schodiště

Schodiště v objektu bude prefabrikované monolitické.

Svislé nenosné konstrukce

Je zde navržen zděný stěnový systém z keramických tvárnic. Příčky zde budou z broušených keramických tvárnic o tloušťkách 140 mm a 115 mm, zděných na tenkovrstvé lepidlo. Svislá konstrukce šachty bude vyzděna z keramických broušených tvárnic o tloušťce 80 mm, zděných na tenkovrstvé lepidlo.

Konstrukce zastřešení

Nad dvoupodlažní vytápěnou částí objektu je navržena sedlová střecha. Krov je navržen ve sklonu 38° z dřevěných krokví, pozednic a kleštín. Vaznice a sloupky jsou zde kvůli velkému rozpětí z válcovaných ocelových U profilů. Krytina sedlové střechy bude z keramických tašek v barvě šedé. Nad částí garáže je navržena plochá vegetační střecha.

Klempířské a zámečnické výrobky

Bude provedeno oplechování atiky a komínu ocelovým pozinkovaným plechem. Dále budou osazeny okapové žlaby a svody v barvě antracitové, a také venkovní parapety z pozinkovaného plechu v barvě antracitové.

Výplně otvorů

Okna jsou zde navržena plastová s izolačním trojsklem. Rám je z exteriéru barvy hnědé, odstínu Winchester. Z interiérové strany je rám barvy bílé. Dveře v obvodovém zdivu budou plastové. Vchodové dveře budou s izolačním trojsklem. Rám z exteriérové strany bude v barvě hnědé, odstínu Winchester. Z interiérové strany bude rám v bílé barvy. Interiérové dveře budou dřevěné, hnědé barvy, odstínu Winchester.

Podlahy, úpravy povrchů

V obytných místnostech a chodbách bude vinylová podlaha. V koupelnách, technické místnosti, zádveří a toaletách pak bude podlaha s keramickou dlažbou a v garáži bude navržena betonová mazanina s ochrannou vrstvou.

Hydroizolace

V základech jsou navrženy hydroizolační asfaltové pásy, stejně tak i v ploché střeše.

Tepelné a akustické izolace

Obvodová stěna bude zateplena minerální vatou o tloušťce 200 mm. Soklová stěna bude zateplena izolací z extrudovaného polystyrenu tloušťky 100 mm, ze stejného materiálu bude pak zateplena i střecha plochá. V podlaze na terénu je navržena izolace z expandovaného polystyrenu a ve stropě také. Střecha bude zateplena mezi a pod krokvemi minerální vatou, celkem o tloušťce 300 mm.

8 Dopravní řešení

Na veřejnou komunikaci bude pozemek napojen zpevněným sjezdem šířky cca 4,5 m, který vede ke garáži pro jeden osobní automobil. Zpevněná plocha u objektu je rozšířena tak, aby zde bylo místo pro venkovní parkovací stání. Zpevněná plocha venkovního stání pro osobní automobil a příjezdová zpevněná cesta bude vydlážděna betonovou dlažbou. Užívání stavby osobami se sníženou schopností orientace a pohybu zde není uvažováno.

9 Terénní úpravy a řešení vegetace

Před započítáním výstavby dojde k sejmutí ornice tloušťky 200 mm. Terénní úpravy budou provedeny u zpevněné příjezdové cesty, kde bude srovnaná plocha do navržených sklonů. Dále bude provedeno srovnání ploch okolo okapového chodníku a další mírné nerovnosti.

Po dokončení terénních úprav bude pozemek oset zátěžovým travním semenem, které bude zaválcováno do půdy. Předpokládá se výsadba několika vyšších stromů, také několika nízkých okrasných dřevin a keřů v zahradě domu a kolem hranic se sousedy bude vysázen živý plot. Část plochy zahrady bude užitá pro pěstování okrasných květin a bylin. Další část plochy zahrady bude užitá také pro pěstování zeleniny a ovoce.

10 Vliv stavby na okolí

Stavba nebude mít negativní vliv na okolní stavby a pozemky. Srážková voda dopadající na pozemek se na pozemku, jako doposud, bude vsakovat a odtokové poměry se tím nezmění. Srážkové vody ze střech budou svedeny do akumulární nádrže.

Stavba bude mít vliv na okolí pouze po dobu výstavby (hlukem, pohybem mechanizace atd.). To se však bude řešit příslušnými opatřeními. Při technologických krocích, které vyvolávají zvýšenou prašnost bude zajištěno kropení vodou. Dále činnosti, které vyvolávají zvýšenou hlučnost, budou prováděny ve vhodnou denní dobu, bez časového přesahu do doby nočního klidu.

11 Orientační náklady stavby

Rodinný dům	8 975 400,- Kč	(1 196,72 * 7 500Kč/m ³)
Pergola	200 000,- Kč	
Zpevněné plochy	340 640,- Kč	(170,32 * 2 000Kč/m ²)
Vodovod	18 900,- Kč	(6,3 * 3000Kč/m)
Elektřina	24 600,- Kč	(8,2 * 3000Kč/m)
Odpadní kanalizace	18 900,- Kč	(6,3 * 3000Kč/m)
Dešťová kanalizace	117 300,- Kč	(39,1 * 3000Kč/m)
Oplocení	262 500,- Kč	(175 * 1500Kč/m)
<u>Celkem</u>	<u>9 958 240,- Kč</u>	<u>-> 9 960 000,- Kč</u>

12 Požárně bezpečnostní řešení

12.1 Požární charakteristiky objektu

Objekt bude posuzován v souladu s vyhláškou č. 23/2008 Sb. Ve znění pozdějších předpisů podle ČSN 730802, dále dle ČSN 73 0833 a dalších souvisejících norem.

Požárně technické charakteristiky objektu

Stavební objekt: 2.NP/1.NP dvoupodlažní, s obytným podkrovím

Svislé a požárně dělící konstrukce

- 1.NP Keramické tvárnice Porotherm 38 Profi, na tenkovrstvou maltu, tl. 380 mm DP1
- 2.NP Keramické tvárnice Porotherm 38 Profi, na tenkovrstvou maltu, tl. 380 mm DP1

Vodorovné nosné a požárně dělící konstrukce

- 1.NP Strop z keramických nosníků a vložek, beton C20/25, výztuž B500B DP1
- 2.NP Pohled ze sádkartonových desek tl. 12,5 mm, zavěšený na krovu a kleštinách s tepelnou izolací mezi a pod krokvemi DP3

Konstrukční systém objektu

Konstrukční systém objektu byl určen jako nehořlavý. Zatřídění konstrukčního systému bylo provedeno podle ČSN 73 0802 čl. 7.2.8 a 7.2.12

Požární výška: $h = 3,38 \text{ m}$

Světlá výška: 1.NP $h_s = 2,1 \text{ m}$

2.NP $h_s = 2,4 \text{ m}$

Kontaktní zateplovací systém

Objekt je kontaktně zateplen tepelnou izolací z kamenné minerální vaty tl. 200 mm. Zateplovací izolant má třídu reakce na oheň A1. Konstrukční systém lze tedy zatřídit jako nehořlavý. Výrobek bude mít certifikát deklarující požadované vlastnosti.

12.2 Stanovení požárních úseků

Zatřídění garáže je provedeno dle ČSN 73 08 04 ed. 2.

Skupina 1 – garáž pro osobní automobily, dodávkové vozy a jednostopá vozidla. Jednotlivá garáž s nejvýše třemi stánkami a s možným i jediným vjezdem.

Zatřídění objektu dle ČSN 73 0833:

OB1 – rodinné domy a rekreační objekty s nejvýše třemi obytnými buňkami, s jedním podzemním a nejvýše třemi užitnými nadzemními podlažími a s nejvýše celkovou půdorysnou plochou všech podlaží objektu do 600 m². Dle ČSN 73 0833 odst. 3.6, samostatný požární úsek musí tvořit nejvýše tři obytné buňky v budovách OB1.

Dle ČSN 73 0833 odst. 3.9, v rámci jednoho požárního úseku v budově skupiny OB1 může být jednotlivá garáž pro nejvýše 3 vozidla skupiny 1.

Veškeré podmínky jsou splněny, proto tedy bude objekt tvořit jeden požární úsek.

Tab. 1: Plochy požárního úseku

N1.01/N2			
č.m.	účel místnosti	plocha	podlaha
1.NP			
101	zádveří	7,56	keramická dlažba
102	sklad	4,20	keramická dlažba
103	garáž	20,13	beton
104	dílna	17,83	beton
105	chodba	9,31	vinyl. podlaha
106	WC	1,50	keramická dlažba
107	koupelna	8,20	keramická dlažba
108	technická místnost	7,88	keramická dlažba
109	obývací pokoj + jídelna	44,10	vinyl. podlaha
110	kuchyně	8,06	vinyl. podlaha
111	spíž	2,25	keramická dlažba
112	pracovna	17,12	vinyl. podlaha
2. NP			
201	chodba	13,63	vinyl. podlaha
202	WC	1,65	keramická dlažba
203	koupelna	12,49	keramická dlažba
204	šatna	8,28	vinyl. podlaha
205	ložnice	18,36	vinyl. podlaha
206	dětský pokoj 1	23,06	vinyl. podlaha
207	dětský pokoj 2	23,25	vinyl. podlaha
Celková plocha požárního úseku		248,86	m ²

12.3 Stanovení požárního rizika

Hodnota požárního zatížení je určena dle ČSN 73 08025 příloha B.

N1.01/N2 $\rho_{v,tab} = 40 \text{ kg.m}^{-2}$ – tato hodnota musí být zvýšena, jelikož se v požárním úseku nachází hořlavá okna, dveře i podlaha

$$P_s = 10 \text{ kg.m}^{-2} > 5 \text{ kg.m}^{-2}$$

$$\rho_{v1} = (10-5) \cdot 1,15 = 5,75 \text{ kg.m}^{-2}$$

$$\rho_v = 40 + 5,75 = 45,75 \text{ kg.m}^{-2}$$

Stupeň požární bezpečnosti je dle ČSN 73 0802 určen jako SPB II.

12.4 Posouzení požární odolnosti stavebních konstrukcí

Požadovaná hodnota požární odolnosti je určena dle tab. ČSN 73 0802, skutečné hodnoty požární odolnosti jsou stanoveny dle technických listů výrobců.

Tab. 2: Požární odolnost konstrukcí v 1.NP

POŽÁRNÍ ODOLNOST KONSTRUKCÍ - 1NP				
POL.Č.	STAVEBNÍ KONSTRUKCE	POŽADOVANÁ ODOLNOST	SKUTEČNÁ ODOLNOST + KONSTRUKCE	POSOUZENÍ (ÚPRAVY)
POŽÁRNÍ STĚNY A POŽÁRNÍ STROPY				
1)	II.SP.B	REI 30 DP1	KERAMICKO BETONOVÁ DESKA tl. 150mm PRO POŽAD. ODOLNOST JE DOSTAČUJÍCÍ tl. DESKY 60mm	BUDE SPLNĚNO
OBVODOVÉ STĚNY				
3)	II.SP.B	REW 30 DP1	POROTHERM tl. 380mm REI 180 DP1	BUDE SPLNĚNO
NOSNÉ KONSTRUKCE UVNITŘ POŽÁRNÍHO ÚSEKU, ZAJIŠŤUJÍCÍ STABILITU				
5)	II.SP.B	R 30	POROTHERM tl. 300mm REI 90 DP1	BUDE SPLNĚNO
	II.SP.B	R 30	POROTHERM tl. 240mm REI 60 DP1	BUDE SPLNĚNO

Tab. 3: Požární odolnost konstrukcí v 2.NP

POŽÁRNÍ ODOLNOST KONSTRUKCÍ - 2NP				
POL.Č.	STAVEBNÍ KONSTRUKCE	POŽADOVANÁ ODOLNOST	SKUTEČNÁ ODOLNOST + KONSTRUKCE	POSOUZENÍ (ÚPRAVY)
POŽÁRNÍ STĚNY A POŽÁRNÍ STROPY				
1)	II.SP.B	REI 15	FUNKCI POŽÁRNÍHO STROPU BUDE MÍT SÁDROKARTONOVÝ PODHLED ZAVĚŠENÝ NA KROV, REI 15 DP3	BUDE SPLNĚNO
POŽÁRNÍ UZÁVĚRY				
2)	II.SP.B	EW 15 DP3	VÝLEZ DO PŮDNÍHO PROSTORU BUDE OSAZEN DLE POŽADAVKŮ	BUDE SPLNĚNO
OBVODOVÉ STĚNY				
3)	II.SP.B	REW 15	POROTHERM tl. 300mm REI 180 DP1	BUDE SPLNĚNO
NOSNÉ KONSTRUKCE UVNITŘ POŽÁRNÍHO ÚSEKU, ZAJIŠŤUJÍCÍ STABILITU				
5)	II.SP.B	R 30	POROTHERM tl. 240mm REI 60 DP1	BUDE SPLNĚNO

12.5 Únikové cesty

Dle čl. 4.3, ČSN 73 0833 je dostačující šířka dveří 800 mm, šířka chodby musí být min. 900 mm, délku není potřeba posuzovat. Všechny dveře na únikových cestách v posuzovaném rodinném domě jsou navrženy šířky 800 mm. Nejužší prostor pro nechráněnou únikovou cestu je na schodišti, který je šířky 1000 mm. Veškeré podmínky jsou tedy splněny.

12.6 Odstupové vzdálenosti

Veškeré odstupové vzdálenosti budou zasahovat pouze na pozemek investora.

12.7 Zařízení pro protipožární zásah

Vnější odběrná místa

Podzemní hydrant se nachází ve vzdálenosti do 300 m, požadavek na vnější odběrné místo dle ČSN 73 0873, tab. 1 a 2 vyhovuje.

Vnitřní odběrná místa

Dle ČSN 73 0873 odst. 4.4, od zařízení pro zásobování požární vodou lze upustit za předpokladu, že je provedeno opatření zabraňující přenesení požáru na sousední objekty, a to od vnitřních odstupových míst u požárních úseků v budovách nebo jejich částech skupiny OB1, kde celkový počet osob v prostorech pro bydlení a ubytování není větší než 20.

Tato podmínka je splněná, a tedy nejsou navrženy vnitřní odběrná místa.

Návrh počtu přenosných hasících přístrojů

Dle ČSN 73 0873 odst. 4.5, rodinný dům musí být vybaven nejméně jedním přenosným přístrojem s hasící schopností nejméně 34A a pokud je součástí požárního úseku i jednotlivá garáž skupiny 1 doporučuje se instalovat další přenosný hasící přístroj 34A, popř. 183B i v tomto prostoru garáže.

Umístění hasících přístrojů a jejich kontroly dle §3 a §9 vyhlášky č. 246/2001 Sb.

V řešeném rodinném domě bude umístěn 1 hasící přístroj s hasící schopností 183B, přičemž jeho umístění je navrženo v technické místnosti č. 108. Stav je vyhovující.

Zařízení autonomní detekce a signalizace kouře

V objektu budou osazena dvě zařízení autonomní detekce a signalizace kouře, a to v místnosti 105 Chodba a v místnosti 201 Chodba.

12.8 Příjezdová a přístupová komunikace

Dle ČSN 73 0802 čl. 12.2 musí vést k objektu přístupová komunikace o min. šíři 3 m do vzdálenosti maximálně 50 m od budovy.

Objekt je napojený na veřejnou komunikaci zpevněnou příjezdovou cestou šířky 5,5 m, která je větší než požadovaná vzdálenost 3 m. Hlavní vstup do objektu je od komunikace vzdálen 14 m, což je méně než maximální hodnota 20 m.

Všechny posuzované vzdálenosti tedy vyhovují a nejsou tak požadovány zásahové cesty.

13 Stavební akustika a ochrana před hlukem

13.1 Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky

Vlastní výpočet pro stanovení jednočíselných hodnot vzduchové a kročejové neprůzvučnosti navržených konstrukcí je proveden podle metodiky uvedené v normě ČSN EN 717 a ČSN 73 0532:2020.

Tab. 4: Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí

Konstrukce – typ, popis	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek ČSN 73 0532 (dB)	
	R'_w	$L'_{w,N}$	min. R'_w	max. L'_w
Nosná stěna z keramických tvárnic	45	-	40	-
Nenosná příčka 140 mm	40	-	40	-
Nenosná příčka 115 mm	40	-	40	-
Strop z keramických vložek a nosníků	-	38	-	53

Tab. 5: Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí

Konstrukce – typ, popis	Vypočítané hodnoty (dB)	Požadavek ČSN 73 0532 (dB)
	R'_w	min. R'_w
Obvodový plášť – plná část	42	34
Obvodový plášť – výplně otvorů	32	30

Navržené a výpočtem ověřené konstrukce uvedených skladeb z hlediska zvukoizolačních vlastností budou splňovat požadavky platné legislativy.

13.2 Urbanistická akustika

Objekt se nachází v klidné lokalitě na okraji města Ústí nad Orlicí. Dál od objektu se nachází nová zástavba rodinných domů, ale přímo u objektu zatím žádné nejsou.

Největším zdrojem hluku je zde místní komunikace, na které je v této lokalitě povolena rychlost 30 km/h. Počet projíždějících vozů zde byl stanoven orientačně a to na 150 osobních aut a 10 nákladních vozů.

Hygienický limit v denní i noční době je zde dodržen.

14 Denní osvětlení a proslunění

Denní osvětlení a proslunění bylo vyhodnoceno pro místnost obývacího pokoje s jídelnou a kuchyní, pokoje pro hosty, ložnice a dětských pokojů.

Minimální a průměrné hodnoty denního osvětlení pro všechny místnosti vyhoví.

Proslunění obytných místností musí k 1. březnu a 21. červnu splňovat alespoň 90 minut, což je u všech obytných místností rodinného domu splněno.

Je také splněn požadavek na součet podlahových ploch prosluněných obytných místností, který je v tomto případě větší než 1/3 součtu podlahových ploch všech obytných místností.

Tab. 6: Přehled výsledků osvětlení a proslunění

Místnost	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Proslunění
1.1 - Obývací pokoj					
Činitel denní osvětlenosti	3,2 / 0,7 %	4,3 / 0,9 %	5,5 %	0,58	
Proslunění					7:54 / 1:30
1.2 - Pracovna					
Činitel denní osvětlenosti	1,1 / 0,7 %	1,2 / 0,9 %	1,3 %	0,86	
Proslunění					6:14 / 1:30
2.1 - Dětský pokoj 2					
Dětský pokoj 2 - Činitel denní osvětlenosti		1,7 / 0,9 %	5,0 %	0,096	
Proslunění					4:51 / 1:30
2.2 - Dětský pokoj 1					
Dětský pokoj 1 - Činitel denní osvětlenosti		1,7 / 0,9 %	4,8 %	0,082	
Dětský pokoj 1 - Proslunění					6:55 / 1:30
2.3 - Ložnice					
Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	0,9 %	0,94	
Proslunění					3:01 / 1:30

15 Stavební tepelná technika

Na základě posouzení a následného vyhodnocení navržených skladeb vnějších i vnitřních konstrukcí objektu „Jednogeneční rodinný dům“ podle požadavků ČSN 73 0540-2:2011 lze konstatovat, že:

- všechny navržené konstrukce a kritické detaily **splňují požadavek** na hodnotu teplotního faktoru vnitřního povrchu;
- všechny navržené konstrukce vyhověly z hlediska šíření tepla, tj. je **splněn požadavek** na hodnotu součinitele prostupu tepla;
- všechny konstrukce vyhoví na požadavky **šíření vlhkosti konstrukcí**;
- byly splněny normové požadavky z hlediska **šíření vzduchu konstrukcí a budovou**;
- zvolená kritická místnost objektu **splňuje požadavek na tepelnou stabilitu místnosti v letním období** za užití vnitřních žaluzií a záclon na oknech;
- zvolená kritická místnost objektu **vyhovuje** na hodnotu poklesu výsledné teploty vnitřního vzduchu v zimním období;
- byl splněn normový požadavek na prostup tepla obálkou budovy

Objekt byl posouzen z hlediska prostupu tepla obálkou budovy a je dle ČSN 73 0540-2:2011 zařazen do klasifikační třídy **A – velmi úsporná**. Následně byl zpracován energetický štítek obálky budovy. Dle Vyhlášky 264/2020 Sb. je objekt zařazen do A klasifikační třídy energetické náročnosti budovy.

Tab. 7: Součinitel prostupu tepla U

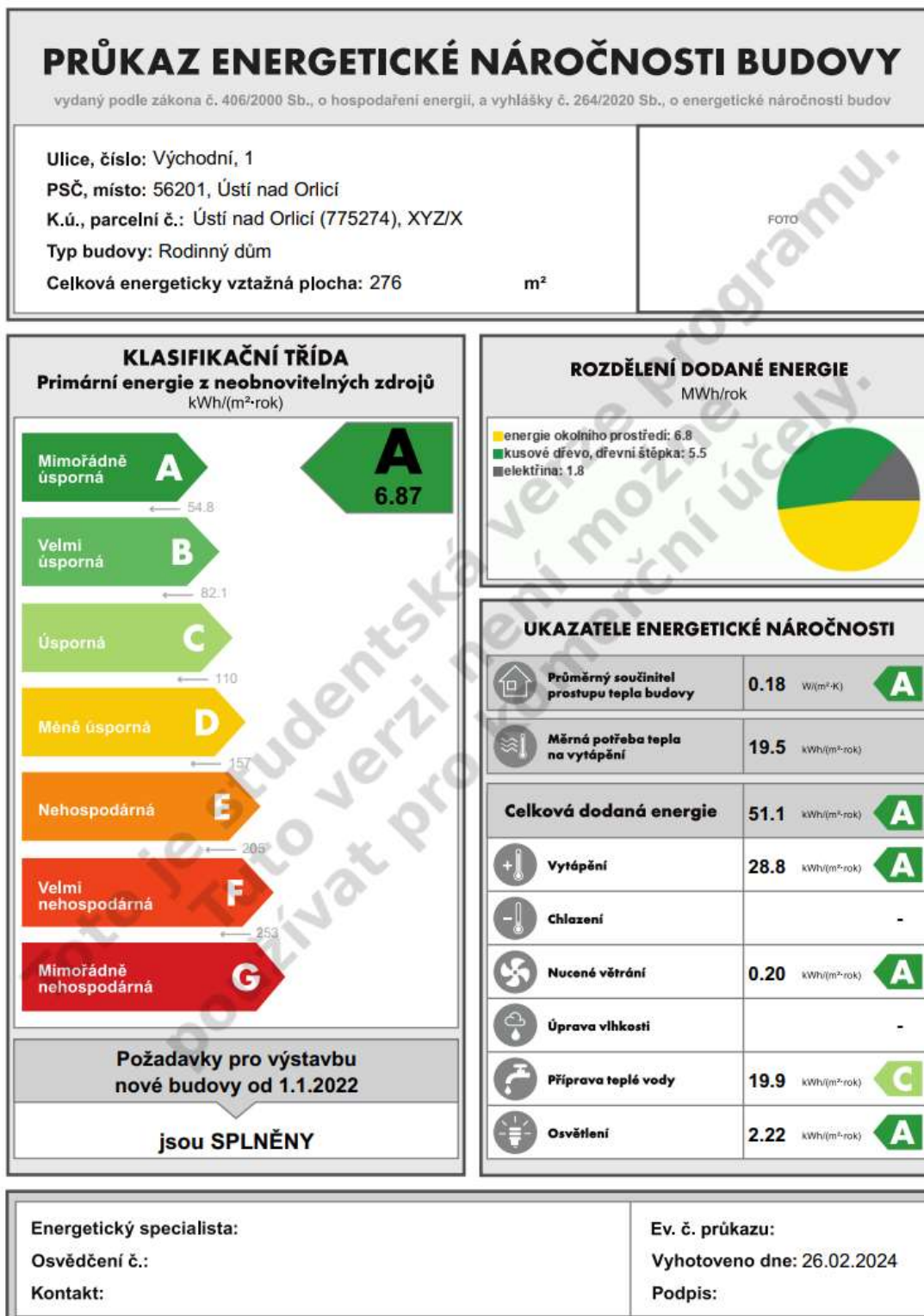
Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Normová hodnota U_N [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Posouzení
Obvodová konstrukce se zateplením	0,113	0,30	Vyhovuje
Nosná stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem	0,273	0,60	Vyhovuje
Podlaha na terénu – vinylová podlaha	0,207	0,45	Vyhovuje
Podlaha na terénu – keramická dlažba	0,208	0,45	Vyhovuje
Střešní plášť	0,110	0,24	Vyhovuje

Tab. 8: 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
Obvodová konstrukce se zateplením	0,972	0,744	Vyhovuje
Nosná stěna mezi vytápěným a nevytápěným prostorem	0,934	0,744	Vyhovuje
Podlaha na terénu – vinylová podlaha	0,949	0,744	Vyhovuje
Podlaha na terénu – keramická dlažba	0,949	0,744	Vyhovuje
Střešní plášť	0,973	0,744	Vyhovuje

16 Energetická náročnost budovy

Pro rodinný dům situovaný ve městě Ústí nad Orlicí byl vyhotoven průkaz energetické náročnosti budovy. Průkaz byl vyhotoven pro navrhovaný stav objektu. Klasifikační třída objektu vyšla na hodnocení A – mimořádně úsporná.



Obr. 1: Průkaz energetické náročnosti budovy [<https://deksoft.eu/>]

17 Větrání

17.1 Základní informace

Pro klimatickou oblast Ústí nad Orlicí byla stanovena návrhová venkovní teplota $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Převažující vnitřní návrhová teplota je $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ v obytných místnostech, $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ na chodbách a $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ v koupelnách.

17.2 Vzduchová bilance místností

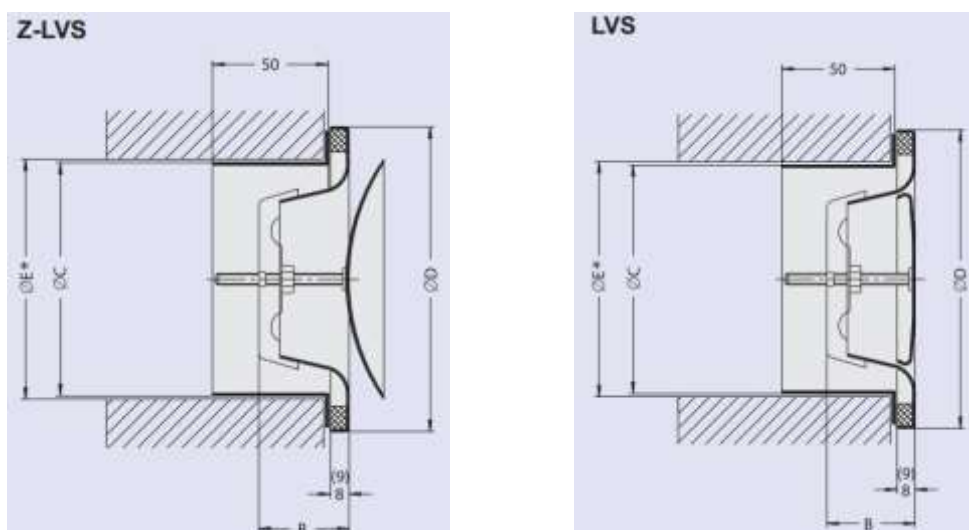
Pro místnosti s uvažovanou rekuperací vzduchu byly stanoveny hodnoty výměny vzduchu. Součet hodnot přívodu a odvodu vzduchu se musí v celém objektu rovnat.

Tab. 9: Vzduchová bilance místností

Podlaží	Název místnosti	Plocha [m ²]	s.v. [m]	V [m ³]	Počet osob [ks]	Průtok [m ³ /h*os]	Pož. intenz. větr. [n/h]	Průtok [m ³ /h]	Min. průtok [m ³ /h]	Přívod [m ³ /h]	Odvod [m ³ /h]
1. NP	106 WC	1,5	2,73	4,10	0	0	0,30	1	1		30
	107 Koupelna	8,23	2,73	22,47	0	0	0,30	7	7		100
	109 Obývací pokoj + jídelna	43,99	2,73	120,09	4	120	0,50	60	120	120	
	109 Spíž	2,25	2,73	6,14	0	0	0,30	2	2		30
	110 Kuchyně	8,15	2,73	22,25	1	30	0,50	11	30		100
	112 Pokoj pro hosty + pracovna	17,15	2,73	46,82	1	30	0,50	23	30	60	
2. NP	202 WC	1,5	2,40	3,60	0	0	0,30	1	1		30
	203 Koupelna	12,25	2,40	29,40	0	0	0,30	9	9		100
	205 Ložnice	18,49	2,40	44,38	2	60	0,50	22	60	60	
	206 Dětský pokoj 1	23,19	2,40	55,66	2	60	0,50	28	60	60	
	207 Dětský pokoj 2	23,25	2,40	55,80	2	60	0,50	28	60	60	
										Σ	360

17.3 Potrubí a distribuční prvky

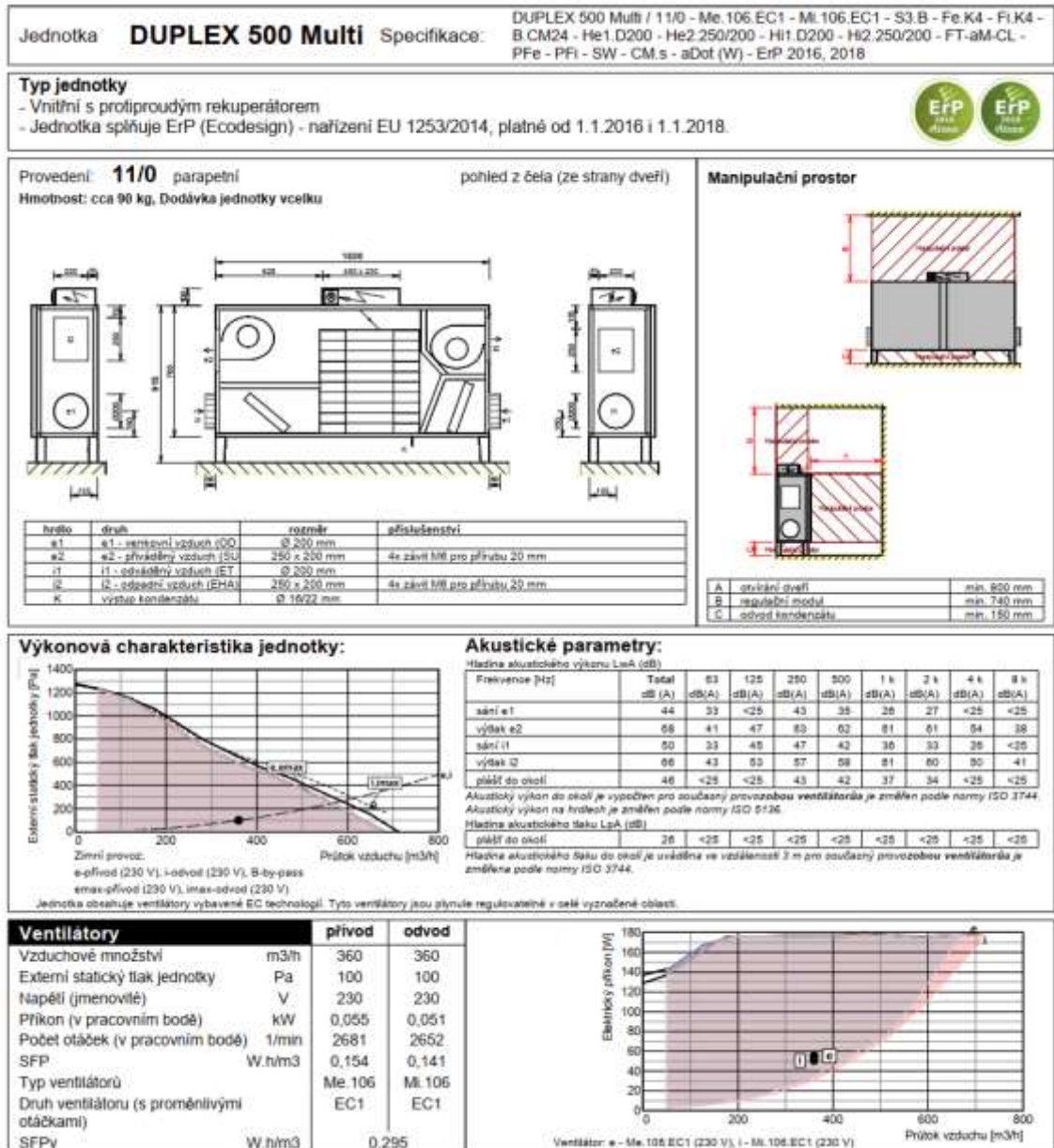
Potrubí k jednotlivým distribučním prvkům je navrženo kulaté plastové. V obou podlažích je uvažováno s pohledem, a tak je zde potrubí vedeno právě ním. Vyústky přívodu jsou z talířových ventilů Trox Z-LVS, $\varnothing 100\text{ mm}$. Vyústky odvodu jsou z talířových ventilů Trox LVS, $\varnothing 125\text{ mm}$.



Obr. 2: Talířové ventily [https://www.trox.cz]

17.4 Návrh vzduchotechnické jednotky

Podle hodnot vzduchové bilance přívodu a odvodu byla vybrána vzduchotechnická jednotka Atrea DUPLEX 500 Multi, která je umístěná na podlaze v technické místnosti.



Obr. 3: Vzduchotechnická jednotka [https://www.atrea.cz/]

18 Zdravotně technické instalace

18.1 Bilance pitné a srážkové vody

Rodinný dům se nachází ve městě Ústí nad Orlicí v Pardubickém kraji. Proto zde bereme dlouhodobý srážkový normál $h = 702$ mm. Závlahu uvažujeme na 675 m² pozemku.

Tab. 10: Bilance pitné a srážkové vody

VÝPOČET POTŘEBY VODY - parametry výpočtu:

Celkový počet zásobovaných obyvatel	$n =$	4	[osob]
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti k_h	$k_h =$	1,8	[-]
Součinitel denní nerovnoměrnosti k_d	$k_d =$	1,35	[-]
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti $k_{h,max}$	$k_{h,max} =$	7,2	[-]
Specifická potřeba vody (včetně občanské vybavenosti) q_{spec}	$q_{spec} =$	0,096	[m ³ ·den ⁻¹]

Výpočet potřeby pitné vody dle Vyhlášky č. 428/2001 Sb:

Potřeba pitné vody - objem vody za rok	$V =$	140,16	[m ³ ·rok ⁻¹]						
Průměrný denní průtok Q_p	$Q_p =$	0,384	[m ³ ·den ⁻¹]	=	384	[l·den ⁻¹]	=	16,0	[l·h ⁻¹]
Maximální denní průtok Q_d	$Q_d =$	0,518	[m ³ ·den ⁻¹]	=	518	[l·den ⁻¹]	=	21,6	[l·s ⁻¹]

Výpočet potřeby srážkové vody

Denní spotřeba srážkové vody	$D_{f,d} =$	0,18	[m ³ ·den ⁻¹]	=	184,93	[l·den ⁻¹]	=	7,7	[l·h ⁻¹]
Týdenní spotřeba srážkové vody	$D_{f,t} =$	1,30	[m ³ ·týden ⁻¹]	=	1298,1	[l·den ⁻¹]	=	54,1	[l·h ⁻¹]
Velikost nádrže na 21 dní	$V_n =$	3,89	[m ³]						
Roční spotřeba srážkové vody	$D_{f,r} =$	67,50	[m ³ ·rok ⁻¹]	=	67500	[l·den ⁻¹]	=	2812,5	[l·h ⁻¹]
Ušetřeno za vodu	$U =$	2700,00	[Kč·rok ⁻¹]						

Úhrn srážkové vody

Střecha sedlová s keramickými taškami	$e =$	0,9	plocha =	166,7	[m ²]
Střecha plochá vegetační	$e =$	0,5	plocha =	58,9	[m ²]
Množství srážkové vody	$V_{úhrn} =$	113	[m ³ ·rok ⁻¹]		

18.2 Využití srážkové vody

Srážkovou vodu, která bude zachytávána ze sedlové střechy s keramickými taškami a ploché vegetační střechy, budeme akumulovat do akumulační nádrže na dešťovou vodu. Dále pak bude navrhnout vsakovací systém. Využití srážkové vody bude na závlahu uvažované části pozemku.

18.3 Návrh akumulační nádrže a vsakovacího zařízení

Je zde navržena nádrž na dešťovou vodu ATLANTIS 5300 I. A vsakovací zařízení o šířce 2 m a délce 3 m, které musí pojmout 3,6 m³.

19 Elektroinstalace

19.1 Hlavní jistič a domovní rozvaděč

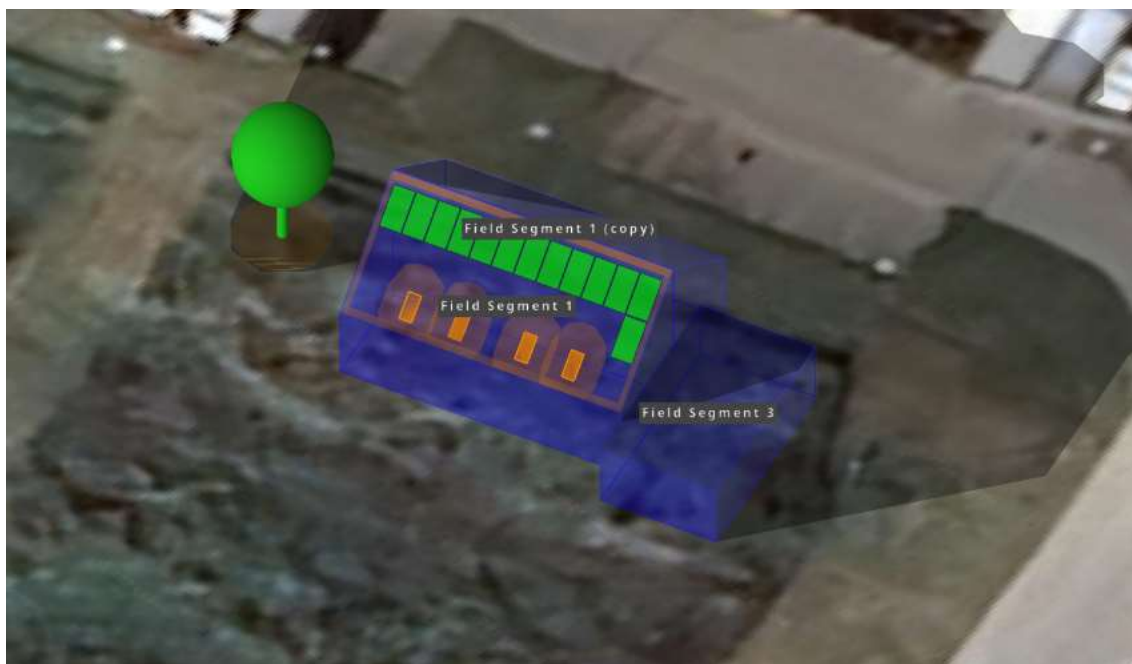
Maximální soudobý příkon byl v objektu vypočítán na 21,31 kW. Proto zde byla navržena velikost hlavního jističe 3 × 40 A. Domovní rozvaděč bude umístěn v m.č. 101 Zádveří.

19.2 Fotovoltaická elektrárna

Byl proveden návrh fotovoltaické elektrárny na sedlovou střechu orientovanou na jižní stranu. Na střechu nad 2.NP bude umístěno 13 ks fotovoltaických panelů o celkovém výkonu 5,33 kWp. Panely budou umístěny horizontálně ve sklonu 38°. V návrhu byly použity panely s těmito technickými vlastnostmi:

Technologie fotovoltaických panelů: Monokrystalický křemík

Referenční účinnost:	20,9 %
Výkon 1 ks panelu:	410 Wp
Velikost panelu:	1879 x 1045 x 32 mm
Velikost baterie:	13,1 kWh



Obr. 4: Návrh fotovoltaických panelů [<https://app.helioscope.com/>]



Obr. 5: Graf výkonu fotovoltaických panelů [<https://app.helioscope.com/>]

Elektrická energie vyrobená fotovoltaickou elektrárnou bude buď ukládána do baterie pro pozdější využití, nebo bude okamžitě spotřebována. Vyrobená elektrická energie povede do střídače, poté do hlavního jističe fotovoltaické elektrárny, a poté do hlavního rozvaděče.

20 Vytápění a ohřev teplé vody

20.1 Základní údaje

V projektu je řešeno teplovodní podlahové vytápění, návrh zdroje tepla, dimenzování potrubí a návrh vyvažovacích ventilů a expanzní nádoby v rodinném domě se dvěma nadzemními podlažími.

Lokalita: Ústí nad Orlicí

Nadmořská výška:

Venkovní výpočtová teplota: $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$

Teplotní spád: $30/20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Výpočtové teploty vnitřního vzduchu: $t_i = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$ – koupelny

$t_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – obytné místnosti, pokoje

$t_i = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ – chodby, WC

20.2 Výpočet tepelných ztrát

Tepelné ztráty byly spočítány pro všechny místnosti ve vytápěné zóně. Podle konečné tabulky ztrát, byly vybrány místnosti pro vytápění, jejichž tepelná ztráta je větší než 100 W.

Výpočet tepelných ztrát byl proveden dle ČSN EN 12831-1:2018 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu, část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3. Všechny konstrukce vyhovují požadavkům normy.

Tab. 11: Celková tepelná ztráta

Místnost	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,n,i}$ (W)	Tepelný výkon pro tepelné ztráty infiltrací $\Phi_{V,inf,i}$ (W)	Celkový tepelný výkon $\Phi_{H,i}$ (W)
105	49,66	0,00	6,19	55,85
106	-46,47	0,00	0,00	-46,47
107	267,79	204,00	3,58	475,36
108	51,73	0,00	3,09	54,82
109+110	952,67	428,40	30,49	1411,56
111	-71,57	0,00	0,00	-71,57
112	306,23	214,20	6,69	527,12
201	2,90	0,00	4,04	6,93
202	-42,09	0,00	0,00	-42,09
203	286,89	204,00	4,68	495,57
204	88,98	0,00	2,85	91,83
205	247,32	214,20	5,26	466,79
206	305,04	214,20	11,18	530,42
207	328,05	214,20	11,21	553,45
Celkem				4509,57

20.3 Potřeby energie

Potřeby energie byly stanoveny pomocí měsíční metody. Pro daný objekt je stanovena potřeba energie celkem.

Vytápění:	5,68 MWh/rok
Příprava teplé vody:	4,8 MWh/rok
Potřeba energie celkem:	10,48 MWh/rok

Hlavním zdrojem tepla bylo v objektu navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda. Bod bivalence byl stanoven na $-6,9$ °C. V tomto bodu bude využíván bivalentní zdroj elektrický ohřívač, který se nachází v jednotce tepelného čerpadla. Nebo alternativně bivalentní zdroj, kterým je zde krbová vložka s výměníkem, umístěna v obývacím pokoji.

Tepelné čerpadlo je umístěno vedle technické místnosti na severní fasádě. Bude umístěno na betonových patkách a odvod kondenzátu bude sveden do okapového chodníku.

20.4 Spotřeba energie celkem

Spotřeba energie byly stanoveny pomocí měsíční metody. Pro daný objekt je stanovena spotřeba energie celkem 3,48 MWh/rok.

20.5 Doplnování systému a úprava vody

Voda je doplňována z veřejného řádu. Pro úpravu vody je navržena sestava se změkčovacím filtrem. Plnicí voda je upravena inhibitorem koroze.

20.6 Izolace potrubí

Izolace je navržena pomocí potrubního izolačního pouzdra Rockwool. Tloušťky izolace budou voleny v souladu s vyhláškou 193/2007 Sb.

20.7 Návrh zdroje tepla

Potřeba tepla pro rodinný dům je sestavena z přesných tepelných ztrát místností a výkonu potřebného pro přípravu teplé vody. V objektu je navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda. Bylo vybráno tepelné čerpadlo vzduch-voda BoxAir Inverter – BoxAir 26 I.

VZDUCH-VODA

www.mastertherm.cz

BoxAir Inverter



		BoxAir 22I	BoxAir 26I	BoxAir 30I	BoxAir 37I	BoxAir 45I
Rozsah výkonu při A7W35		2-7	3-9	5-12	5-17	7-22
Tepelná ztráta objektu Q_p		do 5,5	do 8,5	do 10	do 13	do 16
Výkon A7W35 ¹	60 ot/s	4,9	8,1	8,65	11,5	15,3
	COP	4,7	4,8	5,2	4,7	4,7
Výkon A2W35	60 ot/s	3,6	5,8	6,25	8,8	10,6
	COP	3,5	3,5	3,8	3,7	3,5
Výkon A-7W35	80 ot/s	3,6	5,5	6,0	8,7	11,1
	COP	2,8	2,8	2,9	2,8	2,75
Výkon A-15W35	90 ot/s	3,2	5,1	5,3	8,2	9,8
	COP	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2
Sezónní energetická účinnost vytápění – nízkoteplotní provoz 35 °C	Výkon ²	5	7	8	11	13
	SCOP	4,38	4,29	4,75	4,49	4,46
	η_s	172	168	187	177	176
	Třída	A++	A++	A+++	A+++	A+++
Sezónní energetická účinnost vytápění – středněteplotní provoz 55 °C	Výkon ²	4	6	7	10	12
	SCOP	3,33	3,24	3,61	3,51	3,48
	η_s	130	126	141	137	136
	Třída	A++	A++	A++	A++	A++
Chladivo		R410a	R410a	R410a	R410a	R410a
Elektrický jistič ²		16 A*B*	20 A*B*	25 A*B*	25 A*B*	32 A*B*
Kompresor	Připojení	1x 230 V	1x 230 V	1x 230 V	3x 400 V	3x 400 V
Hmotnost		115	120	155	165	165
Povinné kontroly těsnosti dle EP 517/2014		ne	ne	ne	ne	ne
Maximální teplota topné vody		60	60	60	60	60
Topný výkon integrovaného elektrokotle	režim bivalence	4,5	4,5	6	7,5	7,5
	režim záložní zdroj (a při teplotě pod -20 °C)	4,5 + 4,5	4,5 + 4,5	6 + 6	7,5 + 7,5	7,5 + 7,5
Akustický výkon L_{w}		58	58	58	62	62
Hladina akustického tlaku L_p ve vzdálenosti od venkovní jednotky	1 m	49	49	49	53	53
	5 m	37	37	37	41	41
	10 m	31	31	31	35	35
Objednací číslo (dle řízení topných okruhů)	Regulace STANDARD	1BA22I-01	1BA26I-01	1BA30I-01	1BA37I-01	1BA45I-01
	Regulace PLUS	1BA22I-11	1BA26I-11	1BA30I-11	1BA37I-11	1BA45I-11

Řízení topných okruhů	Určeno pro	Hlavní topný okruh	Vedlejší topný okruh	Teplota prostoru	Teplá voda	Volitelně
Regulace STANDARD	jednookruhové topné soustavy	ano	-	v 1 zóně	ano	-
Regulace PLUS	víceokruhové topné soustavy	ano	nezávisle 2 vč. směšování	ve 2 zónách	ano	až 6 topných okruhů

Obr. 6: Tepelné čerpadlo [https://mastertherm.cz/]

20.8 Návrh ohřivače a zásobníku teplé vody

Teplá voda v objektu bude využívána na sprchování, mytí rukou, mytí nádobí a úklid. Je předpokládáno, že v rodinném domě bude spotřeba 40 l/osoba/den. V domě jsou uvažovány 4 osoby. Pro přípravu teplé vody bude uvažován spád 50/40 °C.

Pro rodinný dům je potřebný objem teplé vody 160 l/den. Je zde navržen stacionární zásobník OKC 200 NTR/HP. Objem tohoto zásobníku je 208 l. Výkon ohřevu zásobníku byl stanoven na 30 minut. Začátek ohřevu teplé vody je stanoven na pokles teploty v zásobníku na 35 °C. Výkon pro ohřev bude pokrývat tepelné čerpadlo, nebo krb na tuhá paliva. Při nižších venkovních teplotách může být ohřev zajištěn i elektrickou topnou vložkou uvnitř jednotky tepelného čerpadla.

20.9 Návrh bivalentního zdroje

Z hodnot průběhů výkonů v technickém listu daného tepelného čerpadla byla vytvořena křivka tepelného výkonu závislá na teplotě venkovního vzduchu.

Bod bivalence je stanoven na -6,9 °C. Při venkovní teplotě -15 °C je výkon tepelného čerpadla 3,5 kW, objekt však požaduje výkon 5,91 kW. Proto je v jednotce tepelného čerpadla elektrický ohřivač, který při nízkých teplotách bude vodu dohřívát. Popřípadě krbová vložka s akumulacím výměníkem jako alternativně bivalentní zdroj. Ta má výkon 6 kW a může tak nahrazovat tepelné čerpadlo.

Graf bodu bivalence viz příloha B.2.1 Technická zpráva.

20.10 Podlahové vytápění

V jednogeneračním rodinném domě je navrženo teplovodní podlahové vytápění s teplotním spádem 30/20 °C. Rozvody podlahových otopných okruhů jsou navrženy z plastohliníkových trubek Santha PE-RT/Al/PE-RT o dimenzi 16 × 2 mm. Potrubí bude spojováno lisováním. Bude upevněno do systémových desek a zalito cementovým litým potěrem o tloušťce 50 mm. Výpočet byl proveden podle vzorců v MS-Excel.

V koupelnách podlahové vytápění nevyhoví, budou zde proto doplněny elektrické žebříky o výkonu 300 W.

Výpočet tlakových ztrát a návrh škrtkých ventilů byl proveden u jednotlivých okruhů z rozdělovačů a sběračů. Kvůli tlakovým ztrátám jednotlivých okruhů v rozdělovačích bylo nutné navrhnout škrtké ventily s hydraulickým nastavením, aby tlaková ztráta jednotlivých okruhů byla stejná. Škrtké ventily byly nastaveny podle vybraného rozdělovače a sběrače HERZ 1 8634 03-12. Dále byl také proveden výpočet dimenzí mezi rozdělovači a rozdělovačem a akumulací nádrží.

Všechny tabulky výpočtů viz příloha B.2.1 Technická zpráva.

20.11 Návrh oběhových čerpadel a expanzní nádoby

Oběhová čerpadla byla navržena tři, a to před tepelným čerpadlem, křbovou vložkou s výměníkem a na potrubí za akumulární nádrží, které vede k jednotlivým okruhům podlahového vytápění.

Grafy navržených oběhových čerpadel viz příloha B.2.1 Technická zpráva.

Expanzní nádoba je navržena k vyrovnání tlakových změn v soustavě, které jsou způsobeny změnou teploty proudící kapaliny.

Výpočet expanzní nádoby viz příloha B.2.1 Technická zpráva.

20.12 Zkoušky, uvedení do provozu, předání

Zkoušky systému budou provedeny dle ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž.

Zkoušky se provádějí před zástupci objednatele a o provedených zkouškách i proplachu potrubí budou vyhotoveny příslušné protokoly o zkoušce.

Před uvedením do provozu musí být proveden proplach soustavy. Proplach se provádí bez armatur, které by mohly být poškozeny (škrťací clony, vodoměry, měřiče tepla apod).

Předepsané zkoušky: zkouška těsnosti, topná zkouška a dilatační zkouška nemusí být provedena, pokud bude dodrženo zalomení tras dle projektové dokumentace.

Zkouška těsnosti:

Provádí se před zazděním drážek. Zakrytím kanálů a provedení nátěrů a izolací v místě spojů. Vodní tepelné soustavy se zkoušejí vodou na nejvyšší dovolený přetlak určený v projektu pro danou část zařízení. Soustava se naplní vodou, řádně se odvzdušní a celé zařízení se prohlédne, přičemž se nesmí projevit viditelné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěná nejméně 6 hodin, po kterých se provede nová prohlídka. Výsledek zkoušky se považuje za úspěšný, neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti anebo neprojeví-li se znatelný pokles přetlaku v soustavě. Voda ke zkoušce těsnosti nesmí být teplejší než 50°C.

Topná zkouška:

Zkoušku lze provést i mimo topnou sezonu. Doba trvání je minimálně 24 hodin. Topná zkouška se provádí za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Kontroluje se zejména:

- Správná funkce armatur
- Rovnoměrné ohřívání otopných těles
- Dosažení technických předpokladů projektu
- Správná funkce regulačních a měřících zařízení

- Správná funkce zabezpečovacích zařízení, havarijních opatření a poruchových signalizací
- Zda instalované zařízení svým výkonem kryje projektové potřeby tepla
- Nejvyšší výkon zdrojů tepla
- Výkon zdroje tepla při přípravě teplé vody při maximálním odběru vody podle projektu

Zařízení ústředního vytápění lze považovat za způsobilé pro spolehlivý, hospodárný a bezpečný provoz a topnou zkoušku za úspěšnou, jestliže:

- Zařízení splňuje požadavky ČSN 06 0310
- Výkon otopných těles zajistí výpočtovou vnitřní tepotu, za předpokladu, že provedení stavebních konstrukcí odpovídá vstupním předpokladům pro výpočet tepelných ztrát projektu.
- Soustava je seřízena podle projektové dokumentace
- Prohřívají se všechny otopná tělesa

Při předání díla uživateli se předávají písemně v požadovaném množství vyhotovení pokyny pro provoz, údržbu a obsluhu. Tyto pokyny se sestavují se specifickými požadavky tepelné soustavy v souladu s ČSN EN 12 170. Obsluha ze strany provozovatele bude prokazatelně proškolená v provozování soustavy a seznámena s možnými riziky.

20.13 BOZP

Při montážních pracích i při provozu zařízení je nutno dbát na zajištění bezpečnosti práce. Je nutno se řídit všemi platnými bezpečnostními předpisy, vyhláškami, předpisy o bezpečnosti práce na stavbách, při dopravě a manipulaci. Pro vlastní montáž a údržbu platí příslušné provozní předpisy a pokyny pro montáž a údržbu, které jsou součástí dodávky zařízení uvedených v návodech na obsluhu.

20.14 Požární bezpečnost

Montáž a následný provoz splňují požadavky ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – společná ustanovení.

20.15 Požadavky na ostatní profese

Stavební práce:

Je nutné zajistit spolupráce při technologických etapách výstavby. Při zemních pracích je nutné uložení a propojení tepelného čerpadla z exteriéru do interiéru.

Zdravotechnika:

Zajištění přívodu studené vody v požadované dimenzi pro dopouštění systému. Dále zhotovení podlahové vpusti v prostoru technické místnosti. Také napojení na odpad určených armatur a odvod kondenzátu tepelného čerpadla do okapového chodníčku.

Vzduchotechnika:

Místnosti jsou zajištěny nuceným větráním pomocí rekuperace vzduchu. Vzduchotechnická jednotka je umístěna na podlaze v technické místnosti.

Měření a regulace:

Měření a regulace bude řešena samostatným projektem, který v součinnosti s profesí elektro zajistí následující funkce otopného systému:

- Řízení výkonu zdroje tepla, sepnutí bivalentního zdroje tepla pod poklesnutí venkovní teploty pod -6,9 °C
- Řízení ohřevu zásobníku teplé vody dle požadované teploty, spínáním oběhového čerpadla
- Řízení bivalentního zdroje v případě dotápění v době ohřevu teplé vody
- Regulace výstupní teploty otopné vody ze směšovacích uzlů osazených na rozdělovači a sběrači na základě ekvitermní křivky a vnitřní teploty na čidle v referenčních místnostech. Ovládání oběhových čerpadel a třícestných směšovacích armatur.
- Řízení výkonu VZT dle požadavku projektu vzduchotechniky. Ovládání oběhových čerpadel a třícestných směšovacích armatur.
- Monitorování provozních stavů, havarijní zabezpečení kotelny.

20.16 Nakládání s odpady

S odpady při montáži i užívání bude nakládáno dle zákona č. 541/2020 Sb., zákon o odpadech.

20.17 Ochrana ovzduší

Hlavním zdrojem vytápění je tepelné čerpadlo vzduch/voda. Toto zařízení nemá negativní dopad na ovzduší. Krbová vložka s teplovodním výměníkem při správném používání produkuje minimální množství škodlivin.

21 Závěr

Předmětem mé bakalářské práce byl návrh rodinného domu s téměř nulovou spotřebou. První část práce se zaměřovala na stavební řešení ve stupni dokumentace pro stavební povolení. V této části jsem zpracovávala architektonicko-stavební řešení, stavebně-konstrukční řešení, požárně-bezpečnostní řešení a posouzení z hlediska stavební fyziky. Druhá část byla zaměřena na návrh technického zařízení budovy a energetické náročnosti budovy. V návrhu technického zařízení budovy bylo zpracováno koncepční řešení pro vzduchotechniku, zdravotně-technické instalace a elektroinstalace. Návrh vytápění byl zpracován na úrovni projektové dokumentace pro provedení stavby.

Při návrhu objektu se počítalo s působením okolí na stavbu, vhodně volenými materiály a vhodnou orientací ke světovým stranám.

Zpracování bakalářské práce mi dalo lepší orientaci ve výkresech, které jsou potřebné pro stupeň dokumentace pro stavební povolení. Získala jsem další znalosti a zkušenosti ve zpracovávání projektové dokumentace. Věřím, že se mi nabitě znalosti budou hodit v budoucnu, ať už ve školním, tak i v pracovním prostředí.

22 Seznam použitých zdrojů

Odborná literatura:

BENEŠ, Petr, Markéta SEDLÁKOVÁ, Marie RUSINOVÁ, Romana BENEŠOVÁ a Táňa ŠVECOVÁ. Požární bezpečnost staveb. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2021. ISBN 978-80-7623-070-5.

REMEŠ, Josef. Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. 2., aktualizované vydání Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80247-5142-9.

Použité právní předpisy:

Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 23/2008 Sb. ve znění Vyhlášky č. 268/2011 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.

Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

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

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů

Použité normy:

ČSN 01 3420:2004 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části

ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov - 1: Terminologie.

ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov - 2: Požadavky.

ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov - 3: Návrhové hodnoty veličin.

ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov - 4: Výpočtové metody.

ČSN 73 0532:2010 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.

ČSN 730525 - Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady.

ČSN 73 4301:2004 + Z1:2005 + Z2/2009 Obytné budovy.

ČSN 73 0580-1:2007 + Z1:2011 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky.

ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov.

ČSN 73 0581:2009 Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot.

ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení

ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

ČSN 73 0818 – Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektu osobami

ČSN 73 0873 – Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou

ČSN EN 1443 – Komíny – Všeobecné požadavky

ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody

ČSN 01 3495 – Výkresy ve stavebnictví – Výkresy PBS

ČSN 01 3452 - Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení

ČSN EN 12828 - Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav

ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

ČSN EN 1264 - Podlahové vytápění

ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 73 0540-3 - Tepelná ochrana budov

ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody Navrhování a projektování

ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

Vyhláška č. 193/2007 Sb.

Vyhláška č. 48/1982 Sb.

Použité webové stránky:

<https://www.ustinadorlici.cz/>

<https://www.cuzk.cz/>

<https://www.tzb-info.cz/>

<https://www.zakonyprolidi.cz/>

<https://www.schoeck.com/>

<https://www.best.cz/>

<https://www.vekra.cz/>

<https://www.dek.cz/>

<https://www.isover.cz/>

<https://www.siko.cz/>

<https://www.cz.weber/>

<https://www.rsd.cz/>

<https://www.wienerberger.cz/>

<https://www.schiedel.com/>

<https://www.svet-oken.cz/>

<https://mapy.geology.cz/>

<https://geoportal.mzcr.cz/>

<https://www.trox.cz/>

<https://vytapeni.tzb-info.cz/>

<https://www.grundfos.com/cz>

<https://www.dzd.cz/>

<https://www.cerpadla-ivt.cz/>

<https://eshop.destovka.eu/>

<https://www.elplast-kpz.cz/>

<https://app.helioscope.com/>

<https://shop.heckl.cz/>

<https://www.taconova.com/>

<https://mastertherm.cz/>

<https://www.atrea.cz/>

<https://deksoft.eu/>

Všechny webové stránky byly naposledy navštíveny 24.5.2024.

Použité softwary:

Graphisoft – ARCHICAD 25

BuildingDesign

Hluk+

Cadkon+

DEKSOFT – Tepelná technika 1D, Energetika

Microsoft – Word, Excel

Seznam použitých zkratk:

NP	nadzemní podlaží
č.m.	číslo místnosti
p.č.	parcelní číslo
k.ú.	katastrální území
m.n.m.	metry nad mořem
m	metr
mm	milimetr
km	kilometr
m ²	metr čtverečný
m ³	metr krychlový
l	litr
A	plocha
V	objem
EPS	expandovaný pěnový polystyren
TI	tepelná izolace
HI	hydroizolace
PBS	požárně bezpečnostní řešení
R	mezní stav únosnosti a stability
E	mezní stav celistvosti I mezní stav izolační schopnosti

W	mezní stav tepelného toku
DP1	druh konstrukční části, které nezvyšují intenzitu požáru
PÚ	požární úsek
Pv	hodnota požárního zatížení
PD	projektová dokumentace
DSP	dokumentace pro stavební povolení
Rdt	výpočtová únosnost zeminy
Rw	vážená laboratorní neprůzvučnost
R'_w	vážená stavební neprůzvučnost
$L'_{n,w}$	vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku
k	korekce
DN	jmenovitý průměr
PVC	polyvinylchlorid
PE	polyethylen
NN	nízké napětí
U	součinitel prostupu tepla
R	tepelný odpor
dB	decibel
HT	měrná tepelná ztráta prostupem
Λ	součinitel tepelné vodivosti
f_{Rsi}	teplotní faktor vnitřního povrchu
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina
tl.	tloušťka
ŽB	železobeton
TČ	tepelné čerpadlo
SV	světlná výška
KV	konstrukční výška
SDK	sádrokarton
°C	stupeň Celsia

A/V	objemový faktor tvaru budovy [m^{-1}]
A _f	plocha rámu okna [m^2]
A _g	plocha zasklení okna [m^2] lg délka distančního rámečku [m]
ψ _g	lineární součinitel prostupu tepla distančního rámečku
θ _e	návrhová venkovní teplota pro zimní období [°C]
θ _i	návrhová vnitřní teplota pro zimní období [°C]
C 20/25	třída betonu (krychelná pevnost/válcová pevnost)
OB1	budovy skupiny 1 – rodinné domy a rodinné rekreační objekty
VZT	vzduchotechnika
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 [$(m^2.K)/W$]

23 Seznam příloh

Příloha A – Pozemní stavby

A.1 Průvodní zpráva

A.2 Souhrnná technická zpráva

A.3 Koordinační situační výkres

A.4 Architektonicko-stavební část

- A.4.1 Půdorys základů
- A.4.2 Půdorys 1.NP
- A.4.3 Půdorys 2.NP
- A.4.4 Výkres krovu
- A.4.5 Příčný řez C-C
- A.4.6 Podélný řez B-B
- A.4.7 Výkres tvaru stropu
- A.4.8 Pohled severní a východní
- A.4.9 Pohled jižní a západní
- A.4.10 Detail 1 - Základový pas
- A.4.11 Detail 2 - Atika
- A.4.12 Detail 3 - Pozednice
- A.4.13 Detail 4 – Osazení oken
- A.4.14 Detail 5 – Kotvení vaznice pergoly
- A.4.15 Výpis výplní otvorů
- A.4.16 Výpis skladeb konstrukcí

A.5 Požárně bezpečnostní řešení

- A.5.1 Technická zpráva
- A.5.2 Koordinační situace

A.6 Stavebně fyzikální posouzení konstrukcí a budovy

Příloha B – Technická zařízení budov

B.1 Koncepční řešení TZB v budově

- B.1.1 Výpočtová část
- B.1.2 Studie vedení vzduchotechniky
- B.1.3 Studie vedení vodovodu
- B.1.4 Studie vedení kanalizace 1.NP
- B.1.5 Studie vedení kanalizace 2.NP
- B.1.6 Studie vedení kanalizace základy

B.2 Prováděcí projekt systému vytápění

- B.2.1 Technická zpráva
- B.2.2 Půdorys podlahového vytápění
- B.2.3 Půdorys technické místnosti
- B.2.4 Schéma zapojení otopné soustavy

B.3 Průkaz energetické náročnosti