

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURE

ENERGETICKY ÚSPORNÝ DŮM V ŠUMICÍCH

ENERGY-SAVING FAMILY HOUSE IN ŠUMICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Štěpán Jurák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Student: **Štěpán Jurák**
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 Šumicích

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

Cílem bakalářské práce je energeticky úsporný rodinný dům na okraji obce Šumice, která se nachází v okrese Uherské Hradiště. Dům se skládá ze dvou podlaží, ve druhém podlaží je stupňovitá terasa, v horní části je plochá sedlová střecha a garáž pro jedno auto. Hlavní vchod je orientován na severozápad. Společenská část domu se nachází v prvním patře a zahrnuje šatnu, technickou místnost, koupelnu, toaletu, pracovnu a obývací pokoj, který je propojen s kuchyní a jídelnou. Klidová zóna se nachází ve druhém patře a tvoří ji dva dětské pokoje, hlavní ložnice se šatnou, koupelna, toaleta a malý sklad. Dům je založen na betonových základových pasech. Svislé nosné konstrukce jsou navrženy z keramických tvárnic s tepelnou izolací. Vodorovné nosné konstrukce tvoří železobetonové desky.

Objekt je vytápěn tepelným čerpadlem vzduch-voda. Hlavním topným systémem je podlahové vytápění v kombinaci s radiátory a trubkovými otopnými tělesy. Technická místnost je navržena s mechanickým větráním s rekuperační jednotkou. Odsávání a nasávání je umístěno na severní fasádě. Čerstvý vzduch je přiváděn do obytných místností a odsáván do garáže, koupelen a šatny. Budova je napojena na vodovod a kombinovanou kanalizaci. V tepelném čerpadle je instalován zásobník teplé vody. Srážková voda akumulovaná v zásobníku se pak využívá ke splachování toalet a zalévání zahrady.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energeticky úsporný dům, rodinný dům, vytápění, zděné konstrukce, zdravotně technické instalace, vzduchotechnika, fotovoltaické panely, průkaz energetické náročnosti budov, tepelná technika.

ABSTRACT

The aim of the bachelor's thesis is to design an energy-saving detached house located on the outskirts in the village of Šumice, located in the Uherské Hradiště district. The house consists of two floors, with a second-floor step-in terrace, a flat sedum roof on the top, and a one-car garage. The main entrance is facing the northwest. The social area of the house is on the first floor, including a dressing room, a utility room, a bathroom, a toilet, a study room, and a living room that is connected to the kitchen and dining room. The quiet zone is on the second floor, consisting of two children's rooms, a master bedroom with a walk-in closet, a bathroom, a toilet, and a small storage room. The house is based on concrete foundation strips. The vertical load-bearing structures are designed from ceramic blocks with thermal insulation. Horizontal load-bearing structures are reinforced concrete slabs.

The building is heated by the air-water heat pump. The main heating system is a floor heating system combined with radiators and towel radiators. The utility room is designed with mechanical ventilation with a heat recovery unit. Exhaust and intake are located on the north facade. Fresh air is supplied in living rooms and exhaust air suction in the garage, bathrooms, and walk-in closet. The building is connected to the water mains and the combined sewer. In the heat pump is installed a hot water cylinder. Stormwater accumulated in the tank then used for toilet flushing and watering the garden.

KEYWORDS

Energy-saving house, detached house, heating, masonry structures, monolithic ceiling, sanitary installations, air conditioning, photovoltaic panels, Energy Performance Certificate, thermal protection.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JURÁK, Štěpán. *Energeticky úsporný rodinný dům v Šumicích*. 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 Šumicích* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2024

Štěpán Jurák
autor

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval mé vedoucí bakalářské práce Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za čas věnovaný této práci a za cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Janě Krupicové, Ph.D. za aktivní přístup a cenné rady při zpracování části pozemního stavitelství. Na závěr bych chtěl poděkovat mé rodině, přátelům a známým za podporu během studia.

V Brně dne 23. 5. 2024

Štěpán Jurák

autor

OBSAH

ÚVOD	13
VLASTNÍ TEXT PRÁCE	14
1. Charakteristika lokality	15
2. Členění stavby na objekty, technická a technologická zařízení	15
3. Navrhované kapacity stavby	15
4. Architektonické a tvarové řešení	16
5. Dispoziční a provozní řešení	16
6. Bezbariérové užívání stavby.....	17
7. Konstrukční a materiálové řešení.....	17
7.1. Základové konstrukce	17
7.2. Svislé nosné konstrukce.....	17
7.3. Vodorovné nosné konstrukce	18
7.4. Schodiště a rampy	18
7.5. Svislé nenosné konstrukce	18
7.6. Konstrukce zastřešení	19
7.7. Klempířské a zámečnické výrobky	19
7.8. Výplně otvorů	19
7.9. Podlahy, úpravy povrchů	20
7.10. Hydroizolace	20
7.11. Tepelné a akustické izolace	21
8. Stavební tepelná technika	22
8.1. Součinitel průstupu tepla.....	22
8.2 Průměrný součinitel průstupu tepla dle ČSN 73 0540-2	23
8.3 Průměrný součinitel průstupu tepla dle vyhl. 264/2020 Sb.	24
9. Stavební akustika a ochrana před hlukem	25
9.1. Posouzení vnitřních konstrukcí z hlediska stavební akustiky.....	25
9.2. Akustika vnějšího prostředí	26
10. Denní osvětlení a proslunění	28

10.1. Místnosti posouzené pro denní osvětlení.....	28
10.2. Přehled vyhodnocení denního osvětlení.....	30
10.3. Proslunění objektu	30
11. Energetická náročnost budovy	31
12. Zdravotně technické instalace	33
12.1. Vnitřní kanalizace.....	33
12.2. Dešťová kanalizace	34
12.2. Vnitřní vodovod	34
13. Vytápění a ohřev teplé vody.....	36
13.1. Úvod.....	36
13.2. Vytápění.....	38
13.3. Zkoušky.....	42
14. Větrání.....	43
15. Chlazení.....	43
16. Umělé osvětlení.....	44
17. Elektroinstalace	44
17.1. Elektroinstalace objektu.....	44
17.2. Fotovoltaické panely.....	44
18. Požárně bezpečnostní řešení.....	45
18.1. Požární charakteristika objektu	45
18.2. Rozdělení objektu na požární úseky:.....	46
18.3. Stupeň požární bezpečnosti	46
18.4. Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí.....	46
18.5. Únikové cesty	47
18.6. Sálání.....	47
18.7. Dopad hořících částic	47
18.8. Zařízení pro protipožární zásah	47
19. Vliv stavby na okolí (hluk, vibrace, prašnost).....	48
20. Dopravní řešení.....	48

21. Terénní úpravy a řešení vegetace	48
22. Orientační náklady stavby	49
ZÁVĚR.....	50
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	51
1. Odborná literatura	51
2. Použité normy, vyhlášky a zákony	51
3. Použité webové prohlížeče a software.....	56
3.1. Použité webové prohlížeče	56
3.2. Použitý software.....	57
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	58
SEZNAM PŘÍLOH	63
PŘÍLOHA A. POZEMNÍ STAVBY	63
PŘÍLOHA B. TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV	65

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem energetiky úsporného rodinného domu v obci Šumice u Uherského Brodu. Práce obsahuje komplexní návrh architektonického-řešení v návaznosti na jednotlivé profese, které jsou v objektu navrženy.

Objekt je řešen jako samostatně stojící rodinný dům ve východní části obce. Dům je navržen jako dvoupodlažní s plochou střechou.

Práce se podrobně zaměřuje na zpracování projektu vytápění ve stupni prováděcí dokumentace, kde je podrobně navržen systém podlahového vytápění s tepelným čerpadlem vzduch-voda.

Během vypracování této práce jsem kladl důraz na koordinaci všech profesí a stavebního návrhu. Při návrhu projektu byl také brán zřetel na tepelnou techniku, z důvodu docílení, co nejlepších parametřů objektu.

Přílohová část bakalářské práce je rozdělena do dvou hlavních částí. První část obsahuje architektonicko-stavební řešení, požární bezpečnost stavby a posouzení z hlediska stavební fyziky. Druhá část příloh této práce obsahuje koncepční řešení systému zdravotně technických instalací, vzduchotechniky, elektroinstalací, projekt vytápění ve stupni prováděcí dokumentace a průkaz energetické náročnosti budovy.

VLASTNÍ TEXT PRÁCE

1. Charakteristika lokality

Novostavba rodinného domu je umístěna na okraji obce Šumice. Objekt leží na stavebním pozemku, který se skládá ze dvou parcel. V jihozápadní části pozemku se nacházejí zpevněné plochy pochozí a pojízdné. Samotný objekt se nachází ve středu stavebního pozemku. Na objekt v jihovýchodní části navazuje terasa, za kterou pokračuje plocha zahrady. Severovýchodní a jihozápadní stranu pozemku zaujímá prostor okrasných dřevin a křovin. Stavební pozemek má mírný sklon od severovýchodní po jihozápadní stranu.

Vybraný stavební pozemek se nachází ve vymezených plochách B1, které jsou určeny pro individuální bydlení a jsou zastavěny zástavbou samostatně stojících rodinných domů. Řešení tohoto objektu je v souladu s územním plánem.

2. Členění stavby na objekty, technická a technologická zařízení

SO.01 - NOVOSTAVBA RODINNÉHO DOMU

SO.02 - ZPEVNĚNÉ PLOCHY – POJÍZDNÉ

SO 03 - ZPEVNĚNÉ PLOCHY – POCHOZÍ

SO 04 - PŘÍPOJKA VODOVODU

SO 05 - PŘÍPOJKA NÍZKÉHO NAPĚTÍ

SO 06 - PŘÍPOJKA SPLAŠKOVÉ KANALIZACE

SO 07 - DEŠŤOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

3. Navrhované kapacity stavby

Stavba je navržena jako samostatně stojící objekt pro bydlení. Rodinný dům má dvě nadzemní podlaží a garáž určenou pro jeden osobní automobil. Objekt je navržen pro čtyřčlennou rodinu investora.

Zastavěná plocha:	169 m ²
Obestavěný prostor:	921,4 m ³
Užitná plocha:	193 m ²
Počet bytových jednotek:	1

4. Architektonické a tvarové řešení

Stavba je navržena jako samostatně stojící objekt pro bydlení. Rodinný dům má dvě nadzemní podlaží a garáž určenou pro jeden osobní automobil. Objekt je zastřešen jednoplášťovou vegetační střechou nad 2.NP a pochozí střechou nad západní částí 1.NP. Před objektem se nachází dvě zpevněné plochy, které slouží jako příjezdová cesta ke garáži a chodník k hlavnímu vstupu do objektu. V zadní části domu se nachází terasa, která je přístupná z obývacího pokoje a navazuje na zahradu. Fasáda domu má světle šedou barvu ze silikon—silikátové omítky. Sokl objektu je vytvořen betonovou stěrkou. Okna a dveře jsou hliníková s antracitovou barvou. Všechny viditelné klempířské prvky, včetně oplechování atiky, budou v antracitové barvě.

5. Dispoziční a provozní řešení

Hlavní vstup do objektu se nachází na jihozápadní straně. Na vstup do objektu navazuje šatna, chodba a garáž. Z garáže je přístup do technické místnosti a do skladu se samostatným vchodem do exteriéru. Na chodbu v 1.NP navazuje koupelna, toaleta, obývací místnost s kuchyňským koutem, pracovna a schodiště do 2.NP. Ve 2.NP se nachází dva samostatné dětské pokoje a ložnice s vlastní šatnou. Dále se zde nachází koupelna, samostatné WC a sklad. V ložnici se nachází balkónové dveře, díky kterým je přístup na terasu nad 1.NP. Na této terase se nachází žebřík, který umožňuje přístup na střechu nad 2.NP.

Z hlediska provozních zón je objekt rozdělen do tří úseků. První zónou je klidová zóna ve 2.NP. 1.NP je rozděleno do dvou provozních zón. Zóna technická obsahující garáž sklad a technickou místnost. Zóna pobytová, která zahrnuje pracovnu a obývací pokoj s kuchyňským koutem.

Z obývacího pokoje v 1.NP je přístup na terasu, za kterou se nachází rozlehlá zahrada.

6. Bezbariérové užívání stavby

Tento objekt není navržen pro bezbariérové užívání. Investor nepožaduje splnění těchto požadavků.

7. Konstruktivní a materiálové řešení

7.1. Základové konstrukce

Základové konstrukce jsou navrženy jako základové pasy z prostého betonu C25/30 o tloušťce 600 mm, výšce 500 mm a betonových tvárnic. Základové tvárnice jsou navrženy o šířce 300 mm a o celkové výšce 750 mm. Podkladní beton bude tloušťce 100 mm. Do podkladního betonu bude vložena KARI síť (100/100/6 mm).

Tvarovky základových pasů budou z vnější strany izolovány tepelnou izolací XPS, která je přetažena nopovou fólií, z důvodů lepšího odvedení podpovrchových vod od konstrukce. Nopová folie bude od izolace oddělena geotextilií.

7.2. Svislé nosné konstrukce

Obvodové nosné zdi jsou navrženy z keramických tvarovek Porotherm o tloušťce 300 mm. Konstrukce je zateplena kontaktním zateplovacím systémem ETICS.

Vnitřní nosné konstrukce budou tvořeny keramickými tvarovkami Porotherm o tloušťce 300 mm. Keramické tvarovky jsou provedeny na tenkovrstvou zdící maltu.

7.3. Vodorovné nosné konstrukce

Stropní nosná konstrukce nad 1.NP a 2.NP bude tvořena železobetonovou monolitickou deskou o tloušťce 200 mm. Bude tvořena betonem třídy C25/30 s ocelovou výztuží B500B. Rozměr ztužujících věnců na obvodové konstrukci je 390x300. Rozměr ztužujících věnců na vnitřní nosné konstrukci je 390x300. Veškeré prvky a stropní konstrukce musí být provedeny dle návrhu a výčtu statika. Výztuž musí být v rozích a koncích vzájemně provázána dle standardních konstrukčních zásad a doporučení.

Překlady nad okenními a dveřními otvory budou vytvořeny pomocí systémových překladů Porotherm. Je nutno dodržovat montážní a technické požadavky, rozměry a délky uložení jednotlivých nosných překladů.

7.4. Schodiště a rampy

Schodiště propojující obytné části prvního a druhého nadzemního podlaží bude provedeno jako monolitická konstrukce. Pod prvním schodem v 1.NP bude vyhotoven betonový základ. Ve 2.NP bude schodiště od nosné stropní desky odděleno dilatací, tak aby nedocházelo k přenosu hluku a vibrací do konstrukce.

Návrh schodiště byl proveden dle normy ČSN 73 4130 - Schodiště a šikmé rampy.

7.5. Svislé nenosné konstrukce

Svislé nenosné konstrukce řešeného objektu jsou zhotoveny z keramických tvarovek Porotherm 14,5 Profi. Keramické tvarovky jsou provedeny na tenkovrstvou zdící maltu. Konstrukce zhotoveny z těchto tvarovek budou opatřeny jádrovou a štukovou omítkou a bílou výmalbou.

Pro zhotovení instalačních předstěn a šachet budou použity sádrokartonové desky ve dvojitém záklopu. Jednotlivé desky budou pomocí příslušných vrutů kotveny do rámu z nosných profilů.

7.6. Konstrukce zastřešení

Konstrukce zastřešení je tvořena železobetonovou monolitickou deskou z betonu třídy C25/30 a betonářské oceli B500B. Deska je pokryta hydroizolačními pásy Glastek 40. Tepelnou izolací tvoří izolační desky Kingspan therm o tloušťce 120 mm a spádové klíny EPS 200 o minimální tloušťce 100 mm. Pochozí vrstva nad 1.NP je tvořena betonovou dlažbou uloženou na vyrovnávacích terčích. Střecha nad 2.NP je skladebně zakončena rozchodníkovou rohoží Greendek.

7.7. Klempířské a zámečnické výrobky

Mezi klempířské prvky, které jsou v tomto projektu navrženy patří venkovní parapety oken a balkonových dveří, oplechování atiky, zábradlí schodiště a výlezový žebřík.

Venkovní okenní a balkonové parapety jsou navrženy z pozinkovaného lakovaného plechu o tloušťce 0,5 mm. Atika bude zhotovena z poplastovaného plechu o tloušťce 0,6 mm. Zábradlí schodiště a výlezový žebřík budou zhotoveny na míru po domluvě s investorem během realizace.

7.8. Výplně otvorů

Výplně otvorů jsou tvořeny plastovými okny, dveřmi a garážovými vraty.

Jednotlivé výplně otvorů budou provedeny z plastových okenních a dveřních rámu VEKA SOFTLINE 82 MD. Barva rámu a křídel jednotlivých výplní bude ze strany interiéru bílá a ze strany exteriéru antracitová. Jako výplň je navrženo izolační sklo v barvě čiré anebo s mléčným zákalem.

Garážová vrata jsou navržena jako sekční s tloušťkou panelu 60 mm. Tloušťka tohoto panelu přispívá ke zlepšení tepelně technických vlastností řešeného objektu.

Detailní specifikace všech navržených otvorů je obsažena v příloze stavební fyziky a ve výpisu výplní otvorů v teplosměnné obálce budovy.

7.9. Podlahy, úpravy povrchů

Podlahová krytina v obytné část bude zhotovena z laminátových dřevovláknitých desek a keramické dlažby.

Keramická dlažba světlé barvy bude instalována v chodbách, koupelnách, na toaletách a v šatně v 1.NP. Ve zbylých místnostech obytné části domu bude provedena světlá podlaha z laminátových desek.

V technické části domu, jako je garáž, sklad a technická místnost, bude podlaha provedena pomocí epoxidové stěrky. V technické místnosti bude tato podlaha spádována do středu k podlahové vpusti. Spádování je navrženo ve spádu 2 %.

Exteriérová úprava povrchu je navržena z pastovité omítky Weberpas silikon zrnitosti 1,5 mm. Tato omítka bude světle šedé barvy. Pastovitá omítka bude natažena na stěrkovou hmotu s výztužnou tkaninou, čímž dojde ke zlepšení mechanických vlastností.

Omítka v interiérových částech bude provedena ve dvou částech a to pomocí jádrové omítky a štukové omítky. Stěny budou dále vymalovány bílou výmalbou, která přispěje k prosvětlení prostorů.

Na stropních konstrukcích bude instalován pevný sádrokartonový podhled, který bude zavěšen na rastru z nosných profilů. Sádrokartonový záklop bude proveden ve dvou vrstvách a jednotlivé deky budou k rastru kotveny pomocí vrutů. V podhledu je navržen prostor po vedení jednotlivých prvků technického zařízení budov.

7.10. Hydroizolace

Hydroizolace základové desky a soklu budovy je navržena z asfaltových hydroizolačních pásů Glastek 40. Pásky obsahují hliníkovou vložkou, která je jedním ze způsobů ochrany proti radonu u této stavby. Asfaltové pásky budou na konstrukce nataveny horkovzdušným hořákem. Před začátkem provádění hydroizolace musí být konstrukce opatřeny podkladním asfaltovým penetračním nátěrem.

Hydroizolačními asfaltovými pásky bude opatřena také střešní konstrukce, která musí být před prováděním opatřena podkladním penetračním nátěrem. Tato vrstva bude umístěna na nosné stropní

konstrukci. Další hydroizolační vrstva, která je na střešní konstrukci navržena, je hydroizolační folie na bázi PVC Rhenofol CV určena pro mechanické kotvení střešních systémů.

7.11. Tepelné a akustické izolace

Vnější svislé obvodové konstrukce budou tepelně izolovány systémem ETICS. Tento systém se skládá z lepící a stěrkové hmoty, tepelné izolace EPS o tloušťce 180 mm a lepící stěrkové hmoty s výztužnou tkaninou. Spolučinitel tepelné vodivosti použitého izolantu je $\lambda = 0,035 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Soklová izolace bude provedena pomocí tepelné izolace XPS I 300 o tloušťce 150 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,035 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Tepelná izolace podlahy přilehlá na terénu je navržena jako tepelná izolace EPS o tloušťce 2x100 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,035 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Střešní konstrukce tohoto objektu je opatřena dvěma druhy tepelné izolace. Tepelně izolačními klíny z materiálu EPS 200 v minimální tloušťce 100 mm a se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,034 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Tato vrstva zároveň zajišťuje potřebný spád střechy pro odvod dešťových vod. Další tepelně izolační vrstvou ve skladbě střechy jsou tepelně izolační desky Kingspan Therma TR26 FM o tloušťce 120 mm a se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,023 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Aby nedocházelo k přestupu hluku a vibrací do konstrukcí je stropní deska nad 1.NP doplněna o kročejovou izolaci z minerální vaty Isover T-P o tloušťce vrstvy 30 mm.

8. Stavební tepelná technika

Výpočet součinitele prostupu tepla konstrukcí byl pro tuto práci zpracován v programu DEKSOFT – Tepelná technika 1D. Kompletní protokol o výpočtu je součástí přílohové části.

8.1. Součinitelé prostupu tepla

8.1.1. Součinitel prostupu tepla použitých konstrukcí

Souhrnná tabulka - součinitel prostupu tepla (Dle českých technických norem)

Konstrukce		Součinitel prostupu tepla			
		Dle českých technických norem			
Ozn.	Název	U_N	U_{rec}	U	Hod.
[-]	[-]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
STN-1	S1 - SKLADBA OBVODOVÉ NOSNÉ STĚNY	0,30	0,25	0,163	x
STN-2	S2 - SKLADBA VNITŘNÍ NOSNÉ STĚNY	2,70	1,80	0,530	x
STN-3	S3 - SKLADBA VNITŘNÍ PŘÍČKY	2,70	1,80	1,248	x
PDL(z)-4	S5 - SKLADBA PODLAHY NA TERÉNU S PLOVOUCÍ PODLAHOU	0,45	0,30	0,154	x
PDL(z)-5	S6 -SKLADBA PODLAHY NA TERÉNU S KERAMICKOU DLAŽBOU	0,45	0,30	0,155	x
PDL(z)-6	S9 -SKLADBA PODLAHY NA TERÉNU V GARÁŽI	0,45	0,30	0,186	x
STR-7	S7 - SKLADBA PODLAHY VE 2.NP S PLOVOUCÍ PODLAHOU	2,20	1,45	0,390	x
STR-8	S10 - SKLADBA STŘECHY NAD 2.NP	0,24	0,16	0,138	x
STR-9	S8 - SKLADBA PODLAHY VE 2.NP S KERAMICKOU DLAŽBOU	2,20	1,45	0,398	x
STR-10	S11 - SKLADBA STŘECHY NAD 1.NP	0,24	0,16	0,138	x

Legenda:
 ! ... nevyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 + ... vyhovuje požadované hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 x ... vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 U ... vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla
 U_N ... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
 U_{rec} ... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

Obr. 1 – Souhrnná tabulka součinitelů prostupu tepla [Autor, DEKSOFT]

8.1.2. Součinitel prostupu tepla výplň otvorů

Výpočet součinitele tepla výplň otvorů byl stanoven ruční metodou. Kompletní výpočet je součástí výpočtové části.

Tab. 8.1.2.1. Součinitel prostupu tepla výplň otvorů

Výplň otvorů	Vypočtená hodnota U_w / U_D [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	Normová hodnota $U_{N,20}$ [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	Posouzení
OKNO Č.1	0,79	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.2	0,72	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.3	0,68	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.4	0,66	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.5	0,66	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.6	0,67	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.7	0,78	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.8	0,80	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.9	0,71	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.10	0,79	1,5	VYHOVUJE
OKNO Č.11	0,70	1,5	VYHOVUJE
DVEŘE Č.1	0,90	1,7	VYHOVUJE
DVEŘE Č.2	0,76	1,7	VYHOVUJE
GARÁŽOVÁ VRATA	0,77	1,7	VYHOVUJE

8.2 Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

Požadavek:

max. průměrný součinitel prostupu tepla

$$U_{em,N} = 0,337 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla

$$U_{em} 0,186 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$U_{em,N} > U_{em}$... Požadavek je splněn.

8.3 Průměrný součinitel prostupu tepla dle vyhl. 264/2020 Sb.

Tab. 8.3.1. Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla

U_{em}	<	$U_{em} * 0,7$
0,186	<	0,264

$U_{em} * 0,7 > U_{em}$... Požadavek je splněn.

Dle výpočtu je navržený energeticky úsporný rodinný dům zatříděn do klasifikační skupiny A. Kompletní zpráva stavební fyziky a provedené výpočty jsou součástí přílohové části bakalářské práce.

9. Stavební akustika a ochrana před hlukem

9.1. Posouzení vnitřních konstrukcí z hlediska stavební akustiky

Posouzení kročejové a vzduchové neprůzvučnosti z hlediska stavební fyziky, bylo provedeno v programu DEKSOFT – Akustika. Posuzovanými konstrukcemi byl železobetonový strop mezi jednotlivými patry a stěna s předstěnou

Souhrnná tabulka - vzduchová neprůzvučnost

Konstrukce		Metodika výpočtu	Vážená neprůzvučnost	Vážená stavební neprůzvučnost	Požadavek	Hodnocení
Ozn.	Název		R_w	R'_w		
[-]	[-]	[-]	[dB]	[dB]	[dB]	[-]
SKL-2	STROPN NAD 1.NP - VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST	dle Čechury (modifikovaná tzv. Watersova metoda)	49	47	47	+
SKL-3	STĚNA 150 S PŘEDTĚNOU	dle Čechury (modifikovaná tzv. Watersova metoda) a dle Rindela	60	56	40	+

Legenda:
 ! ... Nevyhovuje požadované hodnotě
 + ... Vyhovuje požadované hodnotě
 Pozn.: Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením

Obr. 2 – Souhrnná tabulka vzduchové neprůzvučnosti [Autor, DEKSOFT]

Souhrnná tabulka - kročejová neprůzvučnost

Konstrukce		Metodika výpočtu	Vážená normovaná hladina kročejového zvuku (strop, podlaha)	Vážená normovaná hladina kročejového zvuku (mezi místnostmi)	Požadavek	Hodnocení
Ozn.	Název		$L_{n,w}$	$L'_{n,w}$		
[-]	[-]	[-]	[dB]	[dB]	[dB]	[-]
SKL-1	STROPN NAD 1.NP - KROČEJOVÁ NEPRŮZVUČNOST	dle Čechury – plovoucí podlaha	49	51	58	+

Legenda:
 ! ... Nevyhovuje požadované hodnotě
 + ... Vyhovuje požadované hodnotě
 Pozn.: Splnění normových požadavků na zvukovou izolaci se dle ČSN 73 0532 prokazuje měřením

Obr. 3 – Souhrnná tabulka kročejové neprůzvučnosti [Autor, DEKSOFT]

9.2. Akustika vnějšího prostředí

Akustika z vnějšího prostředí řeší problematiku a ochranu proti hluku vznikajícího od dopravy a průmyslu. Hlavním zdrojem hluku od dopravy je přílehlá obecní komunikace, která slouží pro obsluhu této části obce. Nejedná se o frekventovaně využívanou komunikaci. Mezi bodové zdroje patří teplené čerpadlo vzduch-voda, které je navrženo jako hlavní zdroj tepla pro vytápění.

9.2.1. Hlukové mapy



Obr. 4 – Hluková mapa pro denní dobu [Autor, Hluk+]



Obr. 5 – Hluková mapa pro noční dobu [Autor, Hluk+]

10. Denní osvětlení a proslunění

Posouzení denního oslunění a prosvětlení bylo provedeno v programu BuildingDesign.

10.1. Místnosti posouzené pro denní osvětlení

Pracovna – 1.NP

Rozměr místnosti 2,50 x 4,00 m, světlá výška 2,545 m. Výška parapetu 0,18 m. Velikost okna 1,00 x 2,00 m. Počet oken – 1. Hodnoty pro výpočet – celková plocha okna $A_c = 2,0 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,69$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou. Stínicí překážky v přímém okolí nejsou. Stínicími překážkami majícími vliv na denní osvětlení pokoje je stavba BD ve vzdálenosti 11,3 m (viz. situace).

Obývací pokoj s kuchyňským koutem – 1.NP

Rozměr místnosti 7,40 x 4,00 m, světlá výška 2,545m. Výška parapetu 0,18 m. Velikost okna 1,50 x 2,00 m. Počet oken – 2. Hodnoty pro výpočet – celková plocha jednoho okna $A_c = 6,00 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,69$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou. Stínicími překážkami majícími vliv na denní osvětlení pokoje je stavba BD ve vzdálenosti 11,3 m (viz. situace). Výška parapetu 0,00 m. Velikost okna 2,40 x 2,18 m. Počet oken – 1. Hodnoty pro výpočet – celková plocha jednoho okna $A_c = 5,23 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,69$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou. Stínicí překážky v přímém okolí nejsou.

Pokoj 1–2.NP

Rozměr místnosti 3,25 x 4,00 m, světlá výška 2,545 m. Výška parapetu 0,10 m. Velikost okna 1,50 x 2,00 m. Počet oken – 1. Hodnoty pro výpočet – celková plocha jednoho okna $A_c = 3,00 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,69$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Stínicí překážky

v přímém okolí nejsou. Výška parapetu 0,85 m. Velikost okna 1,70 x 1,25 m. Počet oken – 1. Hodnoty pro výpočet – celková plocha jednoho okna $A_c = 2,125 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,69$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Stínící překážky v přímém okolí nejsou. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou.

Pokoj 2-2.NP

Rozměr místnosti 3,25 x 4,00 m, světlá výška 2,545 m. Výška parapetu 0,10 m. Velikost okna 1,50 x 2,00 m. Počet oken – 1. Hodnoty pro výpočet – celková plocha jednoho okna $A_c = 3,00 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,69$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Stínící překážky v přímém okolí nejsou. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou.

Ložnice- 2.NP

Rozměr místnosti 3,40 x 5,50 m, světlá výška 2,545 m. Výška parapetu 0,10 m. Velikost okna 1,00 x 2,00 m. Počet oken – 1. Hodnoty pro výpočet – celková plocha jednoho okna $A_c = 2,00 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,69$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Stínící překážky v přímém okolí nejsou. Výška parapetu 0,85 m. Velikost okna 1,70 x 1,25 m. Počet oken – 1. Hodnoty pro výpočet – celková plocha jednoho okna $A_c = 2,125 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,69$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Stínící překážky v přímém okolí nejsou. Výška parapetu 0,35 m. Velikost okna 1,20 x 2,00 m. Počet oken – 1. Hodnoty pro výpočet – celková plocha jednoho okna $A_c = 2,40 \text{ m}^2$, součinitel konstrukce okna $\tau = 0,69$, koeficient konstrukce otvoru 0,75. Stínící překážky v přímém okolí nejsou. Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 850 mm nad podlahou.

10.2. Přehled vyhodnocení denního osvětlení

Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Proslunění	Požadovaná hodnota
1.1 - Obývací pokoj						
osvětlení obývací pokoje - Činitel denní osvětlenosti	1,5 / 0,7 %	1,9 / 0,9 %	2,2 %	0,69		
proslunění obývací pokoj - Proslunění					7:54 / 1:30	
1.2 - Pracovna						
proslunění pracovna - Proslunění malá plocha v pracovně - Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		9,2 %	0,16	5:59 / 1:30	(2,0) 83 / 50 %
1.1 - Pokoj 1						
proslunění pokoj 1 - Proslunění osvětlené pokoj 1 - Činitel denní osvětlenosti	2,0 / 0,7 %	2,9 / 0,9 %	3,9 %	0,5	7:54 / 1:30	
1.2 - Pokoj 2						
proslunění pokoj 2 - Proslunění osvětlení pokoj 2 - Činitel denní osvětlenosti	1,2 / 0,7 %	1,2 / 0,9 %	1,2 %	1	6:00 / 1:30	
1.3 - Ložnice + šatna						
osvětlení ložnice - Činitel denní osvětlenosti	1,2 / 0,7 %	1,9 / 0,9 %	2,6 %	0,47		
proslunění ložnice - Proslunění					5:18 / 1:30	

Pokud jsou ve sloupci uvedeny dvě hodnoty oddělené lomítkem, pak číslo před lomítkem je vypočítaná hodnota a číslo za lomítkem je požadovaná (minimální nebo maximální) hodnota.

Obr. 8 – Přehled výsledků denního osvětlení [Autor, BuildingDesign]

10.3. Proslunění objektu

Tab. 7.6.1. Posouzení minimální podlahové plochy místnosti vzhledem k ploše okna

Obytná místnost	Plocha (m ²)		Poměr ploch		Hodnocení
	Okno	místnost	okno/místnost	požadavek	
pracovna	2,00	10,0	0,200	0,100	splněno
obývací pokoj + kk	11,32	29,3	0,386		splněno
ložnice	6,53	17,3	3,775		splněno
pokoj 2	3,00	13,0	0,231		splněno
pokoj 1	5,19	13,0	0,399		splněno

Vyhodnocení proslunění

Grafického řešení a vyhodnocení dle ČSN 73 4301 ve znění Z4:2019 čl. 4.3.2 lze konstatovat, že při hodnocení proslunění pro den 1. března bylo zjištěno:

Místnost č. 105 – obývací pokoj bude prosluněn od 8:01 do 15:50 (7:54 hod)

Místnost č. 204 – ložnice bude prosluněn od 10:39 do 15:54 (5:18 hod)

Místnost č. 205 – pokoj bude prosluněn od 9:55 do 15:55 (6:00 hod)

Místnost č. 206 – pokoj bude prosluněn od 8:01 do 15:50 (7:54 hod)

Všechny řešené místnosti splňují požadavek na proslunění minimálně 90 minut.

11. Energetická náročnost budovy

Pro řešený objekt byl zpracován průkaz energetické náročnosti budovy. Průkaz byl zpracován v programu DEKSOFT – Energetika. V zadání průkazu byl objekt rozdělen do dvou samostatných zón.

První zóna je tvořena obytnou částí prvního a druhého nadzemního podlaží. Do této zóny je zadána chodba, obývací pokoj s kuchyňským koutem, koupelny, šatny, pokoje, ložnice a sklad ve druhém nadzemním podlaží. Druhá zóna je tvořena technickým zázemím objektu a to garáží, technickou místností a skladem.

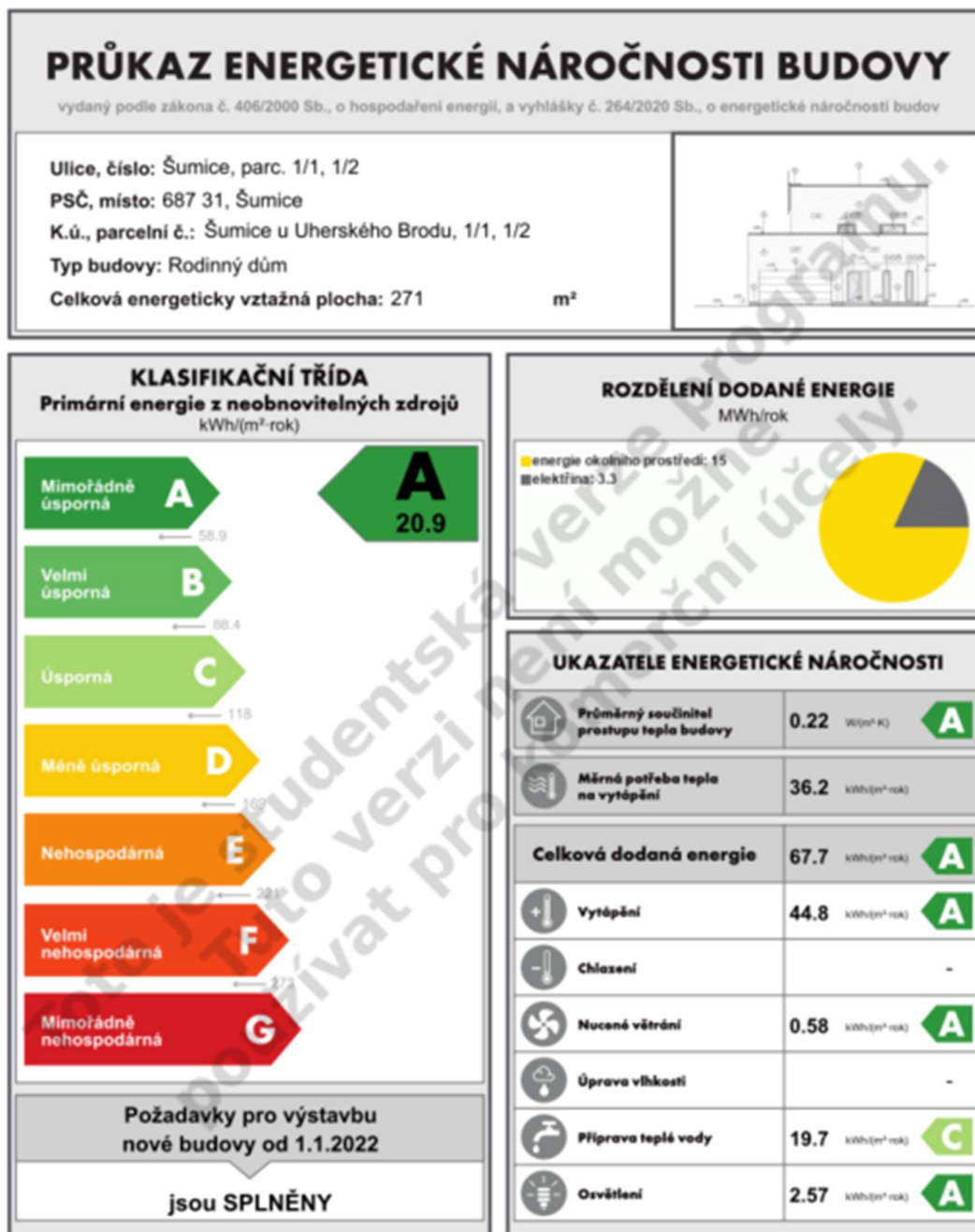
Objekt byl rozdělen do dvou samostatných zón z důvodu rozdílných potřeb na vytápění. V první zóně je navržena požadovaná vnitřní teplota 20 °C a v druhé zóně je navržena teplota 15 °C. Obě zóny jsou vytápěné a větrané vzduchotechnickou jednotkou se zpětným získáváním tepla. Ani jedna ze zón neobsahuje chlazení. Požadavek na ohřev teplé vody obsahuje pouze první zóna.

Na střeše objektu nad druhým nadzemním podlažím jsou instalovány fotovoltaické panely v celkovém počtu 12 kusů a o celkovém výkonu 6,6 kWp.

Měrná potřeba tepla na vytápění pro řešený objekt vyšla 36,2 kW·(m²·rok)⁻¹. Objekt splňuje požadavky pro výstavbu. Budova je

zatříděna jako nízkoenergetická. Měrná potřeba tepla na vytápění nepřesahuje hodnotu $50 \text{ kW} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{rok})^{-1}$.

Primární energie z neobnovitelných zdrojů je $20,9 \text{ kW} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{rok})^{-1}$. Budova je dle výpočtu zatříděna do klasifikační třídy A – mimořádně úsporná.



Obr. 8 – Grafické znázornění Průkazu energetické náročnosti budovy [Autor, DEKSOFT]

12. Zdravotně technické instalace

Návrh zdravotně technických instalací obsahuje řešení vnitřního vodovodu a kanalizace, využití dešťových vod a napojení objektu na veřejné sítě.

Zdrojem pitné vody pro tento objekt je veřejný vodovod. Odvod splaškové kanalizace je řešen kanalizační přípojkou napojenou na veřejnou kanalizační stoku. Dešťové vody z pozemku jsou zachytávány akumulací nádrží a dále pak využívány pro splachování a zavlažování zahrady. Přebytek dešťových vod je zasakován na řešeném pozemku.

12.1. Vnitřní kanalizace

Rozvody vnitřní kanalizace v budově budou zhotoveny ze systému plastových trubek a tvarovek PP- HT. Tento systém bude zajišťovat odvod splašků od jednotlivých zařizovacích předmětů do ležaté splaškové kanalizace. Rozvody budou vedeny v předstěnách, v drážkách a budou kotveny dle požadavků výrobce.

Připojovací potrubí od jednotlivých zařizovacích předmětů bude vedeno v minimálním spádu 3 %. Zařizovací předměty budou napojeny přes připojovací potrubí do svislého stoupacího potrubí. Splaškové vody ze zařizovacích předmětů budou stoupacím potrubím svedeny do ležaté vnitřní kanalizace a odtud dále přes kanalizační přípojku až do veřejné stoky. Některé ze stoupacích potrubí budou vyvedeny nad střechu objektu a zde budou odvětrány pomocí odvzdušňovacích hlavic příslušné dimenze. Tyto hlavice budou zabraňovat vzniku podtlaku v daném systému.

Na kanalizační přípojce budou umístěny dvě revizní šachty. První revizní šachta bude umístěna cca 1 m od hranice pozemku. Druhá revizní šachta bude umístěna cca 1 m před vstupem potrubí do objektu. Kanalizační přípojka a ležaté svodné potrubí budou provedeny ze systému plastových trubek a tvarovek PVC- KG. Navržená dimenze kanalizační přípojky je DN 160. Ležaté svodné potrubí bude umístěno do štěrkopískového lože a bude vedeno v minimálním spádu 2 %.

12.2. Dešťová kanalizace

Dešťová voda dopadající na střechu objektu bude svedena do dešťových vtoků a odtud dále do akumulární nádrže, aby došlo k jejímu dalšímu využití. Dešťová voda bude zachytávána z obou střech objektů. Jako potrubí dešťové kanalizace je navržen systém trubek a tvarovek PVC- KG, který bude uvnitř objektu veden šachtami, pod stropem a po stěnách. Ležaté svodné potrubí dešťové kanalizace bude uloženo ve štěrkopískovém loži a vedeno v minimálním spádu 2 %. V místech vyústění dešťové kanalizace ven z objektu budou zbudovány revizní šachty. Dešťová voda bude vedena do severovýchodní části pozemku, kde bude přes filtrační šachtu napojena na kruhovou akumulární nádrž o celkovém akumulárním objemu 11,33 m³. Dešťová voda z akumulární nádrže bude dále využívána pro splachování toalet a závlahu zahrady. Akumulární nádrž je vybavena ponorným čerpadlem, které bude zajišťovat dopravu dešťové vody zpět do objektu. Nevyužitá dešťová voda bude z akumulární nádrže odváděna přepadem do vsakovacího zařízení, které se skládá ze 24 vsakovacích bloků. Aby nedošlo k znehodnocení akumulárních bloků, bude toto zařízení ze všech stran zajištěno geotextilií.

Pro distribuci dešťové vody v objektu bude sloužit provozní a monitorovací zařízení. Toto zařízení bude napojeno na přívod dešťové vody z akumulární nádrže a také bude napojeno na vnitřní vodovod. Napojení na vnitřní vodovod zajistí neočekávané nedostatky v suchém období. Vnitřní monitorovací zařízení bude opatřeno oddělovacím členem požadované třídy, aby nedošlo ke kontaminaci vody ve vnitřním vodovodu.

Potrubí zajišťující distribuci dešťové vody do objektu bude zhotoveno z plastových trubek a tvarovek PE – HD SDR 11. Toto potrubí bude uloženo ve štěrkopískovém loži a bude spádováno směrem k akumulární nádrži.

12.2. Vnitřní vodovod

Přípojka vnitřního vodovodu bude zhotovena z plastových trubek PE – HD SDR 11. Potrubí vodovodní přípojky bude uloženo ve štěrkopískovém loži a bude vedeno v mírném spádu směrem k veřejnému vodovodu.

Na vodovodní přípojce bude cca 1 m od hranice objektu umístěna vodoměrná šachta. Tato vodoměrná šachta bude osazena uzávěry, vodoměrem, filtrem, zpětným ventilem a vzorkovacím vypouštěcím ventilem.

Potrubí vnitřního vodovodu vstupuje do objektu v obvodové stěně v místnosti 102, kde bude opatřeno uzavírací armaturou. Uzavírací armatura bude umístěna cca 1,5 m v drážce stěny nad podlahou. Odtud bude studená voda vedena v podhledu, v předstěnách a drážkách až k jednotlivým výtokovým armaturám a k ohřívači teplé vody.

Ohřívač teplé vody je umístěn v technické místnosti a je součástí vnitřní jednotky tepelného čerpadla. Ohřívač teplé vody je navrhnut jako zásobníkový s objemem 190 litrů. Odtud je vedeno potrubí teplé a cirkulační vody podhledy a předstěnami k výtokovým armaturám. Před ohřívačem teplé vody budou umístěny tyto armatury. Na studené vodě uzávěry, filtr, pojistný ventil, průtočná expanzní nádoba, manometr, zpětná klapka a vypouštění. Na cirkulaci teplé vody uzávěry, filtr, zpětná klapka, teploměr a cirkulační čerpadlo. Na teplé vodě uzávěr a teploměr. Z důvodu absence připojení cirkulačního potrubí přímo do zásobníku, je navrženo připojení cirkulační potrubí do přívodu studené vody do zásobníku.

Potrubí vnitřního vodovodu bude zhotoveno z plastových trubek a tvarovek PPR EVO PN 22. Toto potrubí bude k jednotlivým výtokovým armaturám vedeno podhledy a předstěnami. Potrubí bude kotveno objímkami k tomu určenými, aby mohlo docházet k dilataci. Jednotlivé rozvody budou vedeny v mírném spádu k výtokovým armaturám.

Veškeré rozvody vody budou izolovány, aby u studené vody nedocházelo ke kondenzaci a u rozvodů teplé vody a cirkulace bylo zabráněno přestupu tepla do okolního prostředí.

Průměrný denní průtok pitné vody je dle výpočtu stanoven na $0,384 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$. Tato hodnota byla použita i při výpočtu produkce splaškových vod.

13. Vytápění a ohřev teplé vody

13.1. Úvod

13.1.1. Účel a funkce zařízení pro vytápění

Projektová dokumentace se zabývá vytápěním novostavby energeticky úsporného rodinného domu v Šumicích. Obytné prostory tohoto domu jsou vytápěny podlahovým vytápěním. Technické prostory jsou vytápěny deskovými otopnými tělesy. V koupelnách jsou doplněny trubková otopná tělesa. Výměna vzduchu je zajištěna vzduchotechnickou jednotkou se získáváním tepla. Objekt je vytápěn tepelným čerpadlem vzduch-voda. Toto tepelné čerpadlo slouží zároveň pro ohřev teplé vody. Projekt je zpracován v rozsahu dokumentace pro provádění stavby.

13.1.2. Výchozí podklady

Výchozími podklady pro zpracování dokumentace byly:

- Stavební výkresy
- Hygienické předpisy
- Státní normy oboru vytápění
- Návrh dispozičního řešení

Součástí projektu nejsou navazující profese. Požadavky profese vytápění byly zpracovány do samostatných koncepčních projektů jednotlivých profesí.

13.1.3. Výpočtová hodnoty klimatických poměrů

- | | |
|----------------------------|-----------|
| - Místo: | Šumice |
| - Nadmořská výška: | 245 m n.m |
| - Zimní výpočtová teplota: | -12 °C |
| - Délka otopného období: | 224 dní |

13.1.4. Zadávací parametry a požadavky na vytápění

Zařízení pro vytápění je navrženo tak, aby bylo dosaženo požadovaných vnitřních teplot stanovených investorem a dle platných norem.

Tab. 13.1.4.1. Přehled potřebného tepelného výkonu

OZN.	Místnost	Teplota v místnosti °C	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\varphi_{T,i}$	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\varphi_{V,i}$	Celkový tepelný výkon $\varphi_{HL,i}$ (W)
101	zádveří	20	248,20	0,00	248,20
102	šatna	20	209,10	0,00	209,10
103	chodba	20	189,37	0,00	189,37
104	pracovna	20	102,15	357,00	459,15
105	OB+KK	20	471,96	714,00	1185,96
106	WC	20	-45,83	0,00	-45,83
107	koupelna	24	271,66	68,00	339,66
108	TM	15	-80,04	0,00	-80,04
109	sklad	15	320,19	0,00	320,19
110	garáž	15	800,19	0,00	800,19
201	chodba	20	168,16	0,00	168,16
202	sklad	20	133,87	0,00	133,87
203	šatna	20	156,28	0,00	156,28
204	ložnice	20	388,02	357,00	745,02
205	pokoj	20	193,76	238,00	431,76
206	pokoj	20	337,30	238,00	575,30
207	koupelna	24	299,79	68,00	367,79
208	WC	20	-37,65	0,00	-37,65

13.2. Vytápění

13.2.1. Technické řešení systému

13.2.1.1. Koncepce systému vytápění

Jako zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je navrženo tepelné čerpadlo vzduch–voda IVT AIR X 70. Topný výkon čerpadla při - 7 °C je 5,9 kW. Jako záložní zdroj bude sloužit vestavěný kaskádově spínaný elektrokotel o výkonu 6 kW. Venkovní jednotka tepelného čerpadla bude umístěna na severovýchodní straně objektu. Vnitřní jednotka tepelného čerpadla bude umístěna v technické místnosti ve středu objektu. Technická místnost bude vybavena akumulací nádobou topné vody Reflex o objemu 300 litrů. Za akumulací nádrží bude instalován rozdělovač + sběrač. Mezi akumulací nádrží a rozdělovač + sběrač bude instalována expanzní nádoba Reflex o objemu 80 litrů, která bude doplněna o servisní armaturu.

Tepelné čerpadlo bude řízeno dle venkovní teploty pomocí ekvitermní regulace.

Akumulací nádrží Reflex o objemu 300 litrů bude sloužit zároveň jako hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků. Nádoba bude osazena hrdly čtyřikrát DN 32 a jímkami pro teplotní čidla, manometr, teploměry.

Rozdělovač + sběrač bude vystrojen dvěma topnými větvemi, a to pro okruh podlahového vytápění s teplotním spádem 35/30 °C a okruhem otopných těles s teplotním spádem 50/40 °C. Na jednotlivých větvích rozdělovače a sběrače budou osazena oběhová čerpadla, uzavírací, zpětné, regulační armatury a filtry. Na jednotlivých větvích budou dále umístěny teploměry, manometry a vypouštěcí armatury. Z důvodů kvantitativní regulace jsou zvolena oběhová čerpadla s variabilním průtokem. Oběhová čerpadla Grundfos budou regulována na konstantní diferenční tlak.

13.2.1.2. Potrubí

Vzhledem k vedení potrubí, které obsahuje vodu v exteriéru bude nutné řešit protimrazovou ochranu. Ta je řešena elektrickým kabelem Fénix o výkonu 10 W·m⁻¹ a spínáním oběhového čerpadla. Kabel bude spínán

na základě signálů z přiloženého termostatu umístěného na potrubí. Kabel bude v provozu, pokud teplota potrubí klesne pod 3 °C, k opětovnému vypnutí kabelu dojde při dosažení 10 °C. Chod kabelů bude ovládán termostatem s možností připojení externích čidel.

Rozvody potrubí instalované v interiéru budou provedeny z měděných trubek a fitinek, které budou k sobě spojovány lisováním. Veškeré tyto rozvody budou izolovány.

Rozvody podlahového vytápění budou provedeny z plastových trubek PE-RT o průměru d16x2. Potrubí podlahového vytápění procházející pod dveřmi bude opatřeno chráničkou.

13.2.1.3. Armatury

Veškerá zařízení podle projektové dokumentace budou označeny pomocí štítků, kde budou označeny příslušné hodnoty potřebné pro seřízení správného chodu. Vyvažovací ventily budou opatřeny informacemi o nastavení armatury (stupeň nastavení a nominální průtok).

Potrubí bude vedeno ve spádu a v nejnižších místech budou umístěny vypouštěcí ventily a v nejvyšších místech budou opatřeny odvzdušňovacími armaturami.

Uzavírací armatury, kulové kohouty, zpětné klapky, filtry do potrubí, regulační armatury, odvětrávací a vypouštěcí armatury budou použity jako závitové armatury PN 6. Pro rozvody v technické místnosti budou provedeny konzoly a ocelové závěsy z profilovaného materiálu. Na tyto konzoly a závěsy bude potrubí a ostatní technologická zařízení připevněny objímkami. Kotvení do stavebních konstrukcí bude provedeno ve spolupráci s dodavatelem po odsouhlasení se statikem.

V nejnižším místě mezi rozdělovačem a akumulací nádrží bude v systému instalována odkalovací armatura stejného DN jako potrubí, na kterém bude osazena. Tato odkalovací armatura bude také instalována mezi venkovní a vnitřní jednotkou tepelného čerpadla.

13.2.1.4. Izolace

Veškeré potrubí bude tepelně izolováno kvůli snížení tepelných ztrát. Izolace potrubí budou provedeny ve volném prostoru minerální vatou s AL kašírováním. Potrubí jdoucí exteriérem bude opatřeno oplechováním. Rozvody potrubí vedeného ve stěnách, v podlaze a v drážkách bude opatřeno izolačními trubicemi Tubex.

13.2.1.5. Doplnování vody, expanzní a pojistné zařízení

Doplnování vody do systému bude prováděno přes kompaktní automatické zařízení Fillcontrol plus compact pro soustavy s membránovou tlakovou expanzní nádobou. Doplnování systému bude opatřeno filtrem bránícím mechanickým nečistotám a bude doplněna změkčovací armaturou Fillsoft I, která bude vybavená změkčovací patronou.

Na vratném potrubí mezi akumulární nádobou tepla a sběračem bude umístěna expanzní nádoba Reflex o objemu 80 litrů. Tato expanzní nádoba bude opatřena servisní armaturou o dimenzi DN 20.

Všechny prvky systému vytápění mají tlakovou odolnost do 1,5 bar včetně. Nejslabším navrženým prvkem je vnitřní jednotka tepelného čerpadla s elektrokotlem. Integrovaný pojistný ventil v tepelném čerpadle má otevírací přetlak 2,5 bar.

13.2.2. Distribuce tepla

Pro objekt byl proveden výpočet tepelných ztrát dle ČSN EN 12831-1 pro oblastní výpočtovou venkovní teplotu -12 °C.

Distribuce tepla bude probíhat pomocí podlahového vytápění a otopnými tělesy. Tento systém je navržen na přednostní přípravu teplé vody v zásobníkovém ohříváči, který je součástí vnitřní jednotky tepelného čerpadla.

13.2.2.1. Okruh podlahového vytápění

Podlahové vytápění bude tvořeno dvěma zónami. První zóna je obytná část 1.NP a druhá zóna je tvořena 2.NP. Pro každou zónu bude osazen jeden

rozdělovač + sběrač podlahového vytápění. Rozdělovače + sběrače budou umístěny ve stěně na chodbě 1.NP a ve skladu v 2.NP.

Z technické místnosti bude vedeno potrubí, které bude napojeno na jednotlivé rozdělovače podlahového vytápění. Sálavý systém podlahového vytápění bude v obytných místnostech zajišťovat pokrytí tepelných ztrát.

Teplota přírodní vody do rozdělovačů podlahového vytápění bude upravována trojcestným směšovacím ventilem na hlavním rozdělovači v technické místnosti. Topné trubky budou instalovány v konstrukci podlahy a budou zality anhydritovou směsí. Navržený teplotní spád topné vody je 35/30 °C. Dilatace bude zajištěna po okrajích zón pomocí dilatační pásky. V místě průchodu trubky dilatační spárou bude trubka opatřena ochrannou hadicí. Při montáži potrubí, zalití topných hadů a spuštění podlahového vytápění bude zajištěn odborný dozor od dodavatele / výrobce podlahového systému.

Teplota topné vody bude řízena ekvitermní regulací na základě čidla venkovní teploty. Správný chod podlahového vytápění bude zajišťovat správné nastavení otáček na rozdělovači.

Systém bude v nejvyšším místě odzdušněn a v nejnižším místě bude opatřen vypouštěcími ventily.

13.2.2.2. Okruh otopných těles

Pro zajištění požadované vnitřní teploty v technické části objektu budou do garáže a skladu v 1.NP instalována desková otopná tělesa. Na přání investora budou v koupelnách instalována trubková otopná tělesa.

Z technické místnosti bude vedeno potrubí pro tato tělesa pod stropem, v podlaze, v podhledu a v drážkách stěn. Veškeré tyto rozvody budou izolovány.

Desková otopná tělesa budou napojena pomocí H šroubení. Desková otopná tělesa budou opatřena termostatickými hlavicemi TH 30x1,5. Pro správné zaregulování deskových těles musí být na H šroubení nastaveny otáčky dle přílohy dokumentace.

Trubková otopná tělesa v koupelnách budou do systému připojena přes regulační šroubení s termohlavicemi. Správné zaregulování těchto těles musí být provedeno dle přílohy dokumentace.

Teplota topné vody bude řízena ekvitermní regulací na základě čidla venkovní teploty. Navržený teplotní spád topné vody pro otopná tělesa je 50/40 °C.

13.2.2.3. Příprava TV

Příprava teplé vody bude zajištěna vnitřní jednotkou tepelného čerpadla s integrovaným zásobníkem teplé vody o objemu 190 litrů. Příprava teplé vody má přednostní ohřev. Požadovanou teplotu teplé vody bude zajišťovat tepelné čerpadlo, v případě, kdy tohoto nebude schopno, bude příprava zajištěna integrovaným elektrokotlem v tepelném čerpadle.

Potrubí studené vody vedoucí do zásobníku bude opatřeno uzávěry, zpětnými ventily, pojistným ventilem, manometrem, vypouštěním a expanzní nádobou. Expanzní nádoba bude na potrubí napojena přes průtočnou armaturu, aby nedocházelo ke stání vody.

Potrubí cirkulační vody bude před zásobníkem opatřeno uzávěry, zpětným ventilem, teploměrem, filtrem a cirkulačním čerpadlem.

Na potrubí teplé vody bude osazená uzavírací armatura a teploměr.

13.3. Zkoušky

13.3.1. Tlaková a topná zkouška

Tlaková zkouška systému bude provedena před zalitím podlah a zapravením drážek ve stavebních konstrukcích, aby došlo k vyloučení veškerých netěsností systému. Tlaková zkouška bude probíhat 24 hodin.

Topná zkouška bude probíhat za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Během topné zkoušky se provede zaškolení obsluhy, o čemž se provede zápis. Topnou zkoušku je možno provádět pouze v průběhu otopného období v dokončené etapě stavby a po odstranění všech stavebních nedostatků.

O obou provedených zkouškách bude učiněn zápis do stavebního deníku. Zkoušky budou provedeny odbornou firmou s osvědčením.

14. Větrání

Větrání objektu je zajištěno vzduchotechnickou jednotkou Atrea Duplex PRO 550. V objektu je navrženo rovnotlaké větrání. Objem přiváděného a odváděného vzduchu je $450 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Vzduchotechnická jednotka je umístěna pod stropem v technické místnosti. Jednotka je upevněna na stropě pomocí antivibračních podložek, aby nedocházelo k přenosu vibrací do konstrukcí. Vzduchotechnická jednotka je vybavena výměníkem pro zpětné získávání tepla.

Pro přívod a odvod vzduchu do jednotlivých místností je navrženo kruhové potrubí Spiro. Jako distribuční elementy jsou v tomto projektu uvažovány talířové vyústky. Vyústky jsou do systému připojeny pomocí flexi hadic. Vzduchotechnické potrubí bude vedeno v podhledu a v předstěnách tak, aby nedocházelo k přenosu vibrací do jednotlivých konstrukcí.

Přívod čerstvého vzduchu do vzduchotechnické jednotky je umístěn na severovýchodní fasádě objektu. Výduch odpadního vzduchu je umístěn nad oknem ve skladu na jihovýchodní fasádě. Vývod čerstvého a odpadního vzduchu bude na fasádě opatřen protidešťovou žaluzií se sítkou proti hmyzu. Toto potrubí bude dále izolováno tak, aby nedocházelo ke kondenzaci.

15. Chlazení

V řešeném objektu není s chlazením uvažováno. Byl proveden výpočet letní stability místnosti. Došlo k posouzení kritických místností na jihovýchodní a jihozápadní straně. Posuzované místnosti vyhověly na požadovanou hodnotu nejvyšší denní teploty vzduchu v letním období. Protokol letní stability je součástí přílohy B (protokol B.2.11.).

16. Umělé osvětlení

Projekt počítá s předběžným umístění umělého osvětlení do všech navržených místností. Svítidla nebudou součástí dodávky elektro. Kabelové vývody pro svítidla, budou provedeny pouze jako kabely vedoucí z pohledu a ze stěn. Délka kabelu pro napojení bude cca 1 m. Ovládání umělého osvětlení je navrženo pomocí stěnových vypínačů umístěných zhruba 1,2 m nad úrovní podlahy.

17. Elektroinstalace

17.1. Elektroinstalace objektu

Pro řešený objekt je navržena přípojka nízkého napětí CYKY 4x35 mm². Na hranici pozemku je zbudovaná hlavní pojistková skříň společně s elektroměrovým rozvaděčem. Kabely nízkého napětí jsou do rodinného domu vedeny v zemině. Kabely z rozvaděče vstupují do objektu v místnosti 102, kde bude v drážce zasekaná domovní pojistková skříň. Navržená hodnota proudového jističe je 3 x 40 A.

Odtud jsou kabely vedeny v drážkách, v pohledu a v podlaze k jednotlivým odběrným místům. V objektu bude proveden samostatný světelný a zásuvkový okruh. Spotřebiče jako varná deska, lednice, trouba, myčka, pračka, sušička, tepelné čerpadlo, vzduchotechnická jednotka a zařízení v technické místnosti budou napojeny na vlastní elektrické okruhy. Jednotlivé okruhy budou opatřeny proudovými chrániči.

Zásuvky v obytných místnostech budou provedeny ve výšce 0,3 m nad podlahou. Zásuvky v koupelnách budou osazeny ve výšce 1,2 m nad úrovní podlahy a budou opatřeny ochranou IP44. Spínače světel budou osazeny také ve výšce 1,2 m nad úrovní podlahy. Pro vedení světelných a zásuvkových okruhů budou použity kabely CYKY 3 x 2,5 mm².

17.2. Fotovoltaické panely

Na střeše řešeného objektu jsou navrženy fotovoltaické panely o výkonu 6,6 kWp. Panely budou instalovány ve dvou řadách na střeše 2.NP

na ocelové konstrukci. Účel instalace fotovoltaických panelů je výroba elektrické energie pro spotřebu v rodinném domě. Přebytky elektrické energie, které nebudou okamžitě spotřebovány, budou ukládány do baterie s úložištěm 15 kWp. Přebytky neuložené do baterie budou dále distribuovány do elektrické sítě.

Počet navržených panelů:	12 ks
Výkon jednoho panelu:	550 Wp
Celkový výkon	6600 Wp
Rozměry panelů:	2278 x 1134 x 35
Materiál panelu:	monokrystalický křemík
Předpokládané pokrytí spotřeby:	42,2 %

18. Požárně bezpečnostní řešení

18.1. Požární charakteristika objektu

- Objekt bude posuzován dle ČSN 73 0833
- Zatřídění objektu: budova pro bydlení OB1
- Požární výška objektu: 3,36 m
- Konstrukční systém: DP1 – Nehořlavý
- Požadavky na zateplení:
 - Objekt je kontaktně zateplen systémem ETICS, izolantem je EPS tl. 180 mm.
 - Izolant má třídu reakce na oheň E
 - Výrobek nemá vliv na druh konstrukční části obvodové stěny DP1, konstrukční systém lze z daného důvodu zatřídit jako nehořlavý. Výrobek bude mít certifikát deklarující požadované vlastnosti.

18.2. Rozdělení objektu na požární úseky:

N1.01/N2 – Dvoupodlažní rodinný dům

18.3. Stupeň požární bezpečnosti

Stupeň požární bezpečnosti je dle ČSN 73 0802 tab-6.4.1 určen jako SPB II.

18.4. Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí

Tab. 18.4.1. Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí použitých v objektu

N1.01/N2 – Dvoupodlažní rodinný dům				
Pol.č.	Konstrukce	Požadovaná odolnost	Skutečná odolnost + materiál	Posouzení
1	Obvodová stěna	REI 30 DP1	Tvárnice Porotherm 30 = REI 180 DP1	VYHOVUJE
2	Požární strop nad 1.NP	REI 15 DP1	ŽB monolitická deska tl. 200mm = REI 60 DP1 , $C_{min} = 10\text{mm}$	VYHOVUJE
3	Požární strop nad 2.NP	REI 30 DP1	ŽB monolitická deska tl. 200mm = REI 60 DP1 , $C_{min} = 10\text{mm}$	VYHOVUJE
4	Požární uzávěry 1.NP	EI 15 DP3	BUDE OSAZENO DLE POŽADAVKŮ PBŘ	
5	Nosný strop uvnitř PÚ	RE 30	ŽB monolitická deska tl. 200mm = REI 60 DP1 , $C_{min} = 10\text{mm}$	VYHOVUJE
6	Nosná stěna uvnitř PÚ	R 30	Tvárnice Porotherm 30 = REI 180 DP1	VYHOVUJE

18.5. Únikové cesty

Dveře na únikové cestě v objektu jsou minimálně 800 mm => VYHOVUJE

Šířka chodby na únikové cestě v objektu je 1200 mm => VYHOVUJE

18.6. Sálání

Požárně nebezpečný prostor posuzovaných požárně otevřených ploch dosahuje pouze na řešený pozemek.

18.7. Dopad hořících částic

Na objektu se nevyskytuje žádná konstrukce konstrukční části druhu DP3, dle s čl. 10.4.7. ČSN 730802 se odstupová vzdálenost pro odpadávání hořících částic nemusí stanovovat.

18.8. Zařízení pro protipožární zásah

Vnitřní odběrná místa: Není nutno zřizovat (počet osob nepřesahuje 20).

Vnější odběrná místa: Vnější hydrant je ve vzdálenosti do 200 m od objektu na vodovodním řadu DN 80 mm.

Přístupové komunikace: Přístupová komunikace šířky 4 m končí ve vzdálenosti 11,4 m od objektu.

Vnitřní PHP: V požárním úseku objektu bude osazen přenosný práškový hasící přístroj 34 A. Tento PHP bude umístěn u schodiště v 1.NP. Další přenosný hasící přístroj 183 B bude umístěn v garáži.

Zařízení ADaS: V objektu budou osazeny dvě zařízení pro autonomní detekci a signalizaci kouře, a to na chodbách v 1.NP a 2.NP, vždy v nejvyšších místech.

19. Vliv stavby na okolí (hluk, vibrace, prašnost)

Řešený objekt nebude mít negativní vliv na okolní pozemky ani na životní prostředí. Dodavatel musí zajistit během realizace pravidelný úklid staveniště.

20. Dopravní řešení

Rodinný dům bude připojen na obecní komunikaci. Přístupová a příjezdová cesta je navržena ze zámkové dlažby. Dopravní napojení je řešeno v souladu s technickými požadavky a podmínkami pro připojení nemovitostí dle zákona o pozemních komunikacích. Jelikož se nejedná o veřejně přístupnou stavbu, není potřeba řešit bezbariérové přístupy do objektu.

Doprava v klidu je řešena jedním garážovým stáním, které je součástí objektu. Další možnosti řešení dopravy v klidu jsou zpevněné plochy příjezdové cesty.

Součástí obecní komunikace je chodník pro pěší, do kterého nebude nijak zasahováno.

21. Terénní úpravy a řešení vegetace

Před začátkem výkopových prací dojde k sejmutí ornice a k jejímu uskladnění v zadní části pozemku. Zemina vykopaná během výkopových prací bude uskladněna na samostatné deponii vedle sejmuté ornice.

Vykopaná zemina bude dále použita k zasypání výkopových jam a její přebytek bude odvezen na skládku. Sejmutá ornice bude použita k vyrovnání terénu kolem řešeného objektu a dále pro vytvoření okrasných záhonů.

Řešený pozemek bude osázen okrasnými dřevinami, popínavými rostlinami a nízkými křovinami.

22. Orientační náklady stavby

Objekt rodinného domu	921,4 m ³ x 6000	=	5 528 400,-
Zpevněné plochy	90 m ² x 1 500	=	135 000,-
Přípojky:			
- Elektro	12 m x 2500,-	=	30 000,-
- Vodovod	12 m x 2500,-	=	30 000,-
- Splašková kanalizace	20 m x 2500,-	=	50 000,-
Akumulační nádrž + vsak		=	80 000,-
Fotovoltaické panely		=	650 000,-
Tepelné čerpadlo vzduch-voda		=	500000,-
Celkem		=	7 003 400,-

ZÁVĚR

Výstupem této bakalářské práce je projekt energeticky úsporného rodinného domu v Šumicích ve stupni stavebního povolení. Součástí této práce je architektonicko-stavební řešení, koncepční návrh jednotlivých systémů technického zařízení budov, projekt ústředního vytápění ve stupni pro realizaci stavby, požárně bezpečnostní řešení a posouzení z hlediska tepelné techniky.

Výstup práce je rozdělen do dvou částí, a to příloh A a B. Příloha A obsahuje průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, situační výkres, architektonicko-stavební řešení, požární bezpečnost stavby a stavebně fyzikální hodnocení. Obsahem přílohy B je koncepční návrh systému zdravotechiky, vzduchotechniky a elektroinstalací. Dále obsahuje prováděcí projekt vytápění a průkaz energetické náročnosti budovy.

Dle přiloženého průkazu energetické náročnosti budov je jednoznačně prokázáno, že budova splňuje požadavek na budovu s téměř nulovou spotřebou energie.

Při vypracování bakalářské práce jsem se řídil aktuálními platnými vyhláškami a normami. Díky bakalářské práci jsem se dozvěděl další užitečné informace a požadavky pro návrhy jednotlivých systémů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Odborná literatura

BENEŠ, P. ; SEDLÁKOVÁ, M. ; RUSINOVÁ, M. ; BENEŠOVÁ, R. ; ŠVECOVÁ, T. Požární bezpečnost staveb. Požární bezpečnost staveb. Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2021. s. 3-239. ISBN: 978-80-7623-070-5.

POČINKOVÁ, M. TZB II – Vytápění budov Modul 1,2,3,4,5,6, 7. TZB II – vytápění budov. Brno: 2006.

ČUPR, K. BARTOŠOVÁ, B. POČINKOVÁ, M. VRÁNA, J. Zdravotní technika pro kombinované studium. Brno: CERM, 2002. s. 35-110. ISBN: 80-214-2221-1.

2. Použité normy, vyhlášky a zákony

283/2021 Sb. Stavební zákon (nový)

23/2008 Sb. Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb

591/2006 Sb. Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

264/2020 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov

460/2021 Sb. Vyhláška o kategorizaci staveb z hlediska požární bezpečnosti a ochrany obyvatelstva

405/2017 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb., a vyhláška č. 169/2016 Sb., o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr

163/2002 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky

458/2000 Sb. Energetický zákon

406/2000 Sb. Zákon o hospodaření energií

114/2023 Sb. Vyhláška o požadavcích na bezpečnou instalaci výroby elektřiny využívající obnovitelné zdroje energie s instalovaným výkonem do 50 kW

359/2020 Sb. Vyhláška o měření elektřiny

16/2016 Sb. Vyhláška o podmínkách připojení k elektrizační soustavě

408/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na systém řízení

541/2020 Sb. Zákon o odpadech

273/2021 Sb. Vyhláška o podrobnostech nakládání s odpady

8/2021 Sb. Katalog odpadů

114/1992 Sb. Zákon o ochraně přírody a krajiny

258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví

100/2001 Sb. Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí

201/2012 Sb. Zákon o ochraně ovzduší

133/1985 Sb. Zákon o požární ochraně

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

ČSN EN 12828+A1 -Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav

ČSN EN 12831-3 - Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 3: Tepelný výkon pro soustavy přípravy teplé vody a charakteristika potřeb, Modul M8-2, M8-3

ČSN EN 12831-1 - Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3

ČSN P CEN/TR 12831-2 - Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 2: Vysvětlení a zdůvodnění EN 12831-1, Modul M3-3

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

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

ČSN EN 12098-1 - Energetická náročnost budov – Regulace otopných soustav – Část 1: Zařízení pro regulaci teplovodních otopných soustav – Moduly M3-5, 6, 7, 8

ČSN EN 15316-1 - Energetická náročnost budov – Metoda výpočtu potřeb energie a účinností soustav – Část 1: Obecné požadavky a vyjádření energetické náročnosti, Modul M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4

ČSN EN 15316-5 - Energetická náročnost budov – Metoda výpočtu potřeb energie a účinností soustav – Část 5: Systémy akumulace pro vytápění a pro systémy přípravy teplé vody (bez chlazení), M3-7, M8-7

ČSN EN 15316-4-2 - Energetická náročnost budov – Metoda výpočtu potřeb energie a účinností soustav – Část 4-2: Výroba tepla pro vytápění, tepelná čerpadla, Modul M3-8-2, M8-8-2

ČSN EN 15316-4-3 - Energetická náročnost budov – Metoda výpočtu potřeb energie a účinností soustav – Část 4-3: Výroba tepla, solární tepelné a fotovoltaické soustavy, Modul M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3

ČSN EN 15450 - Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly

ČSN EN ISO 11855-1 - Navrhování prostředí budov – Zabudované sálavé otopné a chladicí soustavy – Část 1: Definice, značky a kritéria tepelné pohody

ČSN EN ISO 11855-2 - Navrhování prostředí budov – Zabudované sálavé otopné a chladicí soustavy – Část 2: Stanovení návrhového topného a chladicího výkonu

ČSN EN ISO 11855-3 - Navrhování prostředí budov – Zabudované sálavé otopné a chladicí soustavy – Část 3: Návrh a dimenzování

ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 06 1101 - Otopná tělesa pro ústřední vytápění

ČSN EN 215 - Termostatické ventily pro otopná tělesa – Požadavky a zkušební metody

ČSN 13 0010 - Potrubí a armatury. Jmenovité tlaky a pracovní přetlaky

ČSN 13 0555 - Potrubí. Výpočtové hodnoty trubek

ČSN EN 736-1 - Armatury – Terminologie – Část 1: Definice typů armatur

ČSN EN 809+A1 - Kapalinová čerpadla a čerpací soustrojí – Všeobecné bezpečnostní požadavky

ČSN EN 12792 - Větrání budov – Značky, terminologie a grafické značky

ČSN EN 12097 - Větrání budov – Vzduchovody – Požadavky na součásti vzduchovodů z hlediska údržby

ČSN EN 15665 - Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy

TNI CEN/TR 14788 - Větrání budov – Navrhování a dimenzování systémů pro větrání obytných budov

TNI 12 7095 - Vzduchotechnická zařízení – Koncept větrání

ČSN 01 3450 - Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace

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

ČSN 75 5409 - Vnitřní vodovody

ČSN EN 806-1 až 5 (73 6660, 75 5410) - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě

ČSN 75 5455 - Výpočet vnitřních vodovodů

ČSN EN 1717 (75 5462) - Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem

ČSN EN 16933-1 (75 6109) - Odvodňovací a stokové systémy vně budov – Navrhování – Část 1: Zásady návrhu

ČSN EN 16933-2 (75 6109) - Odvodňovací a stokové systémy vně budov – Navrhování – Část 2: Hydraulický návrh

ČSN EN 752 (75 6110) - Odvodňovací systémy vně budov – Management stokového systému

ČSN 75 6101 - Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN 75 6261 - Dešťové nádrže

ČSN EN 12056-1 až 5 (75 6760) - Vnitřní kanalizace – gravitační systémy

ČSN 75 6760 - Vnitřní kanalizace

ČSN 75 6780 - Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích

ČSN 33 1600 ed. 2 - Revize a kontroly elektrických spotřebičů během používání

ČSN 33 2000-5-559 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-559: Výběr a stavba elektrických zařízení – Svítidla a světelná instalace

ČSN 33 2000-7-712 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Fotovoltaické (PV) systémy

ČSN 73 4130 - Schodiště a šikmé rampy

3. Použité webové prohlížeče a software

3.1. Použité webové prohlížeče

Fakulta stavební VUT v Brně [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/>

ZÁKONY PRO LIDI [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>

ČÚZK [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/Aktuality-resort/2021/Nahlizeni-do-KN.aspx>

Město Uherský Brod [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.ub.cz/dokumenty/slozky/dokumenty-odboru/uzemne-planovaci-dokumentace-okolni-obce/up-sumice/uzemni-plan-sumice/>

Wienerberger [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz/>

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

RI OKNA [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.ri-okna.cz/>

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

IVT TEPELNÁ ČERPADLA [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: https://www.cerpadla-ivt.cz/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw0YGyBhByEiwAQmBEWonWKugfoVMHdGX_QBd_gEHFZGtYdBVKdsQHCv67hZ-7Gsl-V4_QeRoCF6YQAvD_BwE

Reflex [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://reflex-winkelmann.com/cs>

GRUNDFOS [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.grundfos.com/cz>

ESL technická zařízení budov [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.esl.cz/>

ESBE [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://esbe.eu/cs/>

DEK [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/>

HERZ [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.herz.cz/>

KORADO [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/>

ASIO [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/>

WAVIN [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.wavin.com/cs-cz>

IVAR [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/>

MOBLER [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.mobler.cz/>

Geoprohlížeč [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>

3.2. Použitý software

Autodesk AutoCAD 2024

Autodesk AutoCAD 2025

Microsoft Word

Microsoft Excel

DEKSOFT – Tepelná technika 1D

DEKSOFT – Energetika

DEKSOFT – Komfort

DEKSOFT – Akustika

Hluk+

BuildingDesign

CADKON+ 2023

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

k.ú.	katastrální území
m n.m	metry nad mořem
parc. č.	parcela číslo
NP	nadzemní podlaží
ks	kus
s.v.	světlá výška
k.v.	konstrukční výška
m	metry
mm	milimetry
m ²	metry čtvereční
m ³	metry krychlové
W	watt
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina
MWh	megawatthodina
l	litr
Pa	pascal
kPa	kilopascal
MPa	megapascal
m ³ ·h ⁻¹	metr krychlový za hodinu
m ³ ·s ⁻¹	metr krychlový za sekundu
l·h ⁻¹	litry za hodinu
TH	termostatická hlavice
HŠ	připojovací šroubení
R1	rozdělovač + sběrač podlahového vytápění

R2	rozdělovač + sběrač podlahového vytápění
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská státní norma
s	sekunda
hod	hodina
SDK	sádrokarton
tl.	tloušťka
NN	nízké napětí
SO	stavební objekt
DN	jmenovitá světlost
PN	tlaková řada
PPR	polypropylen
PP-HT	polypropylen high temperature
PVC-KG	měkčený polyvinylchlorid
PE-HD	vysoko-hustotní polyethylen
PBŘ	požárně bezpečnostní řešení
DP1	druh konstrukční části
PÚ	požární úsek
SV	studená voda
TV	teplá voda
CTV	cirkulace teplé vody
VTP	vytápění
CHL	chlazení
VZT	vzduchotechnika
ELE	elektro instalace

FVE	fotovoltaická elektrárna
$R'_{w,N}$	vážená stavební neprůzvučnost
$L'_{w,N}$	vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku
k_1, k_2	korekce
dB	decibely
L_{Aeq}	ekvivalentní hladina akustického tlaku
L_{Amax}	maximální hladina akustického tlaku
$f_{Rsi,N}$	požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu
$f_{Rsi,cr}$	kritický teplotní faktor vnitřního povrchu
θ_{ai}	návrhová teplota vnitřního vzduchu
θ_e	návrhová vnější teplota podle ČSN 73 0540-3
$\varphi_{i,r}$	relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce
φ_i	návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období
$\Delta\varphi_i$	bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788
$\Delta\varphi_r$	změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlivem teploty venkovního vzduchu
θ_e	návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období podle ČSN 73 0540-3
$\varphi_{si,cr}$	kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce
U	součinitel prostupu tepla
U_N	požadovaná normová hodnota součinitele prostupu tepla
θ_{im}	převažující návrhová vnitřní teplota

$\Delta\theta_{10, N}$	požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy
$M_{c,a}$	množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce
$n_{50, N}$	hodnota celkové intenzity větrání při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h ⁻¹
$\Delta\theta_{v,N (t)}$	požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období
$\theta_{ai,max,N}$	nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období
$\Psi_{k,N}$	lineární činitel prostupu tepla
$\chi_{j,N}$	bodový činitel prostupu tepla
H_T	měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789
A	teplosměnná plocha obálky budovy
b_j	teplotní redukční činitel odpovídající j-té konstrukci
$H_{T,R,j}$	referenční měrný tepelný tok prostupem j-tou teplosměnnou konstrukcí obálky budovy
f_R	redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla
$U_{R,j}$	referenční hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy
$E_{v,d,med}$	medián oblohové vodorovné osvětlenosti
D_w	požadované nejnižší hodnoty činitele denní osvětlenosti
EPS	expandovaný polystyren
XPS	extrudovaný polystyren
C25/30	označení typu betonu
B500B	označení typu betonářské oceli
U_f	součinitel prostupu tepla rámu
U_g	součinitel prostupu tepla skla
τ_v	světelný činitel prostupu

g	solární faktor
U_w	součinitel prostupu tepla výplně otvoru
d	tloušťka vrstvy / průměr
λ	součinitel tepelné vodivosti
c	měrná tepelná kapacita
ρ	objemová hmotnost
μ	faktor difuzního odporu
M_{ev}	roční kapacita odparu
SV	severovýchod
SZ	severozápad
JV	jihovýchod
JZ	jihozápad
H	horizont

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA A. POZEMNÍ STAVBY

- A.1. PRŮVODNÍ ZPRÁVA
- A.2. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA
- A.3. KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES
- A.4. ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ V MĚŘÍTKU
 - A.4.1. STUDIE
 - A.4.1.1. STUDIE – PŮDORYS 1.NP
 - A.4.1.2. STUDIE – PŮDORYS 2.NP
 - A.4.2. ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ
 - A.4.2.1. PŮDORYS 1.NP
 - A.4.2.2. PŮDORYS 2.NP
 - A.4.2.3. PŮDORYS STŘEŠNÍ KONSTRUKCE NAD 1.NP
 - A.4.2.4. PŮDORYS STŘEŠNÍ KONSTRUKCE NAD 2.NP
 - A.4.2.5. ŘEZ A-A, ŘEZ B-B
 - A.4.2.6. PŮDORYS STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 1.NP
 - A.4.2.7. PŮDORYS ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE
 - A.4.2.8. JIHOVÝCHODNÍ POHLED
 - A.4.2.9. SEVEROVÝCHODNÍ POHLED
 - A.4.2.10. JIHOZÁPADNÍ POHLED
 - A.4.2.11. SEVEROZÁPADNÍ POHLED
 - A.4.2.12. DETAIL A – SOKL + PARAPET
 - A.4.2.13. DETAIL B – ATIKA
 - A.4.2.14. DETAIL C – NAPOJENÍ TERASY NA PARAPET
 - A.4.2.15. DETAIL D – NADPRAŽÍ

- A.4.2.16. DETAIL E – OSTĚNÍ
- A.4.2.17. VÝPIS SKLADEB JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ
- A.4.2.18. VÝPIS VÝPLNÍ OTVORŮ V TEPLOSMĚNNÉ OBÁLCE BUDOVY

A.5 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

- A.5.1. KONCEPCE POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍHO ŘEŠENÍ
- A.5.2. SITUACE POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍHO ŘEŠENÍ

A.6 STAVEBNĚ FYZIKÁLNÍ POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ A BUDOVY

- A.6.1. ZHODNOCENÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A OBJEKTU Z HLEDISKA POŽADAVKŮ STAVEBNÍ TEPELNÉ TECHNIKY, AKUSTIKY A DENNÍHO OSVĚTLENÍ
- A.6.2. POSOUZENÍ POUŽITÝCH SKLADEB Z POHLEDU TEPELNÉ TECHNIKY
- A.6.3. POSOUZENÍ POUŽITÝCH VÝPLNÍ OTVORŮ Z POHLEDU TEPELNÉ TECHNIKY

PŘÍLOHA B. TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV

B.1. KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ SYSTÉMU TZB V BUDOVĚ

B.1.1. KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ SYSTÉMU ZTI

- B.1.1.1. PŮDORYS LEŽATÉ SVODNÉ KANALIZACE
- B.1.1.2. PŮDORYS KANALIZACE 1.NP
- B.1.1.3. PŮDORYS KANALIZACE 2.NP
- B.1.1.4. PŮDORYS KANALIZACE STŘECHA
- B.1.1.5. PŮDORYS VODOVODU 1.NP
- B.1.1.6. PŮDORYS VODOVODU 2.NP
- B.1.1.7. BILANCE SPOTŘEBY VODY, NÁVRH VSAKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ
- B.1.1.8. NÁVRH OHŘÍVAČE TEPLÉ VODY

B.1.2. KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ SYSTÉMU VZT

- B.1.2.1. PŮDORYS 1.NP
- B.1.2.2. PŮDORYS 2.NP

B.1.3. KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ SYSTÉMU ELE

- B.1.3.1. PŮDORYS 1.NP
- B.1.3.2. PŮDORYS STŘECHY
- B.1.3.3. NÁVRH JISTIČE A FOTOVLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

B.2. PROVÁDĚCÍ PROJEKT VYTÁPĚNÍ

- B.2.1. TECHNICKÁ ZPRÁVA
- B.2.2. PŮDORYS 1.NP
- B.2.3. PŮDORYS 2.NP

- B.2.4. SCHÉMA ZDROJE TEPLA A OTOPNÉ SOUSTAVY
 - B.2.5. PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI
 - B.2.6. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT
 - B.2.7. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ
 - B.2.8. NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ
 - B.2.9. NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL
 - B.2.10. TECHNICKÁ SPECIFIKACE TEPELNÉHO ČERPADLA
 - B.2.11. POSOUZENÍ LETNÍ TEPELNÉ STABILITY MÍSTNOSTI
- B.3. PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY