



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

RODINNÝ DŮM

FAMILY RESIDENCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Ent

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. František Vajkay, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav pozemního stavitelství
Student: **Michal Ent**
Vedoucí práce: **Ing. František Vajkay, 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:

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 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 30. 11. 2023

L. S.

prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. František Vajkay, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je navrhnout energeticky úsporný dům pro jednu rodinu situovaný ve Zlíně, který bude mít dvě podlaží a plochou střechu. Architektonické řešení rozděluje prostor na obdélníky, přičemž přízemí slouží jako denní část, která zahrnuje obývací pokoj propojený s kuchyní, koupelnu, pracovnu, garáž, šatnu a technickou místnost. První patro je řešeno jako noční část, kde je navržena ložnice, šatnu, dva samostatné pokoje pro děti, samostatné WC a koupelnu. Základová konstrukce jsou navrženy z železobetonových pasů, svíslé konstrukce jsou z keramických tvárnic a vodorovné nosné konstrukce jsou z polomontované železobetonové. Druhá část práce se zaměřuje na návrh systémů vytápění, ohřevu teplé vody, výroby elektřiny a nuceného větrání. Systém vytápění je navržen s použitím tepelného čerpadla vzduch-voda, které slouží jak pro vytápění, tak pro ohřev teplé vody v zásobníku. Aby se minimalizovala závislost na elektřině z veřejné sítě, je pro dům navržena fotovoltaická hybridní elektrárna. V závěrečné části se bakalářská práce zabývá detailním návrhem mechanického větrání s rekuperací tepla. Tato technologie umožňuje efektivní větrání budovy a zároveň minimalizuje tepelné ztráty díky zpětnému získávání tepla z odpadního vzduchu. Tento komplexní přístup k návrhu budovy zvyšuje energetickou účinnost domu a snižuje jeho ekologickou stopu.

KLÍČOVÁ SLOVA

rodinný dům, plochá střecha, energeticky úsporný, vegetační střecha, stavební fyzika, energetický štítek, nucené větrání, tepelné čerpadlo, fotovoltaika

ABSTRACT

The aim of the bachelor's thesis is to design an energy-efficient house for a single-family residence situated in Zlín, featuring two stories and a flat roof. The architectural layout emphasizes the organization of rectangular spaces, with the ground floor serving as the social zone comprising a living room connected to the kitchen, a bathroom, an office, a garage, a closet, and a utility room. The first floor is designated as the private zone, encompassing a master bedroom, walk-in closet, two separate rooms for children, a separate toilet, and a bathroom. The structural foundation is established on reinforced concrete strips, utilizing masonry made of ceramic blocks for vertical elements and in-situ reinforced concrete for horizontal load-bearing structures. The second part of the thesis focuses on the design of heating, hot water supply, electricity generation, and mechanical ventilation systems. The heating system is conceived using an air-to-water heat pump, which serves for heating as well as heating the hot water in the storage tank. To minimize reliance on electricity from the public grid, a photovoltaic hybrid power plant is proposed for the house. In the concluding section, the bachelor's thesis deals with a detailed design of mechanical ventilation with heat recovery. This technology enables efficient ventilation of the building while simultaneously minimizing heat losses by recovering heat from the expelled air. This comprehensive approach to building design increases the energy efficiency of the house and reduces its environmental footprint.

KEYWORDS

family residence, flat roof, energy-efficient, green roof, building physics, energy performance certificate, mechanical ventilation, heat pump, photovoltaics

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ENT, Michal. *Rodinný dům*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí Ing. František Vajkay, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Rodinný dům* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2024

Michal Ent

autor

PODĚKOVÁNÍ

Rád vyjádřil své upřímné poděkování panu Ing. Františku Vajkayovi, Ph.D., za vedení mé bakalářské práce. Jeho cenné rady, trpělivost, odborné vedení a znalosti byly neocenitelnou podporou během celého procesu zpracování této práce.

Dále bych chtěl poděkovat paní Ing. Olze Rubinové, Ph.D., za její konzultace a cenné rady týkající se části technických zařízení budov. Její odborné znalosti a vstřícnost mi velmi pomohly při řešení specifických problémů a významně přispěly k dokončení této práce.

Děkuji také své rodině a přátelům za jejich podporu a pochopení během celého studia.

OBSAH

1	ÚVOD	8
1.1	STRUČNÝ ÚVOD DO ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	8
1.2	ZAMĚŘENÍ A MOTIVACE PRÁCE	8
1.3	HLAVNÍ CÍLE PRÁCE.....	8
2	VLASTNÍ TEXT PRÁCE.....	9
2.1	STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA LOKALITY VČETNĚ SEZNAMU DOTČENÝCH POZEMKŮ	9
2.2	ČLENĚNÍ STAVBY NA OBJEKTY A TECHNICKÁ A TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ	9
2.3	NAVRHOVANÉ KAPACITY STAVBY	10
2.4	ARCHITEKTONICKÉ A TVAROVÉ ŘEŠENÍ.....	10
2.5	DISPOZIČNÍ A PROVOZNÍ ŘEŠENÍ.....	11
2.6	BEZBARIÉROVÉ UŽÍVÁNÍ STAVBY	11
2.7	KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ	12
2.7.1	ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE	12
2.7.2	SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE	12
2.7.3	VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE.....	12
2.7.4	SCHODIŠTĚ	13
2.7.5	SVISLÉ NENOSNÉ KONSTRUKCE.....	13
2.7.6	KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ	13
2.7.7	KLEMPÍŘSKÉ A ZÁMEČNICKÉ VÝROBKY	14
2.7.8	VÝPLNĚ OTVORŮ	14
2.7.9	PODLAHY, ÚPRAVY POVRCHŮ	15
2.7.10	HYDROIZOLACE.....	15
2.7.11	TEPELNÉ A AKUSTICKÉ IZOLACE.....	16
2.8	STAVEBNÍ TEPELNÁ TECHNIKA.....	17
2.9	STAVEBNÍ AKUSTIKA A OCHRANA PŘED HLUKEM	18
2.10	DENNÍ OSVĚTLENÍ A PROSLUNĚNÍ	19
2.11	ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY	19

2.12	ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE.....	19
2.13	VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY	20
2.14	VZDUCHOTECHNIKA.....	20
2.15	CHLAZENÍ.....	21
2.16	UMĚLÉ OSVĚTLENÍ	21
2.17	ELEKTROINSTALACE.....	21
2.18	POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ	22
2.19	VLIV STAVBY NA OKOLÍ (HLUK, VIBRACE, PRAŠNOST)	22
2.20	DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ	23
2.21	TERÉNNÍ ÚPRAVY A ŘEŠENÍ VEGETACE.....	23
2.22	ORIENTAČNÍ NÁKLADY STAVBY.....	23
3	ZÁVĚR.....	24
3.1	SHRnutí PRÁCE	24
3.2	SOULAD SE ZADÁNÍM.....	24
3.3	ZMĚNY OPROTI PROTNÍM NÁVHRŮM NEBO STANOVENÝM CÍLŮM	25
3.4	PROKÁZÁNÍ SPLNĚNÍ ZADÁNÍ	25
3.5	ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ.....	25
4	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	27
5	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	32
6	SEZNAM PŘÍLOH.....	34

1 ÚVOD

1.1 STRUČNÝ ÚVOD DO ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem a realizací novostavby rodinného domu. Smyslem práce je navrhnout moderní a energeticky úspornou budovu, která splňuje požadavky na téměř nulovou spotřebu energie a poskytuje vysoký komfort uživatelům.

1.2 ZAMĚŘENÍ A MOTIVACE PRÁCE

Práce je zaměřena na komplexní analýzu a optimalizaci stavebních a technických řešení rodinného domu s důrazem na energetickou efektivitu, udržitelnost a kvalitu vnitřního prostředí. Motivací k této práci je potřeba vytvářet stavby, které minimalizují negativní dopad na životní prostředí a současně poskytují komfortní a zdravé bydlení.

1.3 HLAVNÍ CÍLE PRÁCE

Navrhnout rodinný dům, který splňuje požadavky na energetickou náročnost budov s téměř nulovou spotřebou energie.

Optimalizovat stavební konstrukce z hlediska tepelné techniky a akustiky.

Zajistit dostatečné denní osvětlení a proslunění obytných místností.

Navrhnout technická zařízení, která přispívají k energetické úspornosti a komfortu budovy.

2 VLASTNÍ TEXT PRÁCE

2.1 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA LOKALITY VČETNĚ SEZNAMU DOTČENÝCH POZEMKŮ

Navržená novostavba rodinného domu se nachází ve Zlíně, v místní části. Jedná se o nově budovanou lokalitu, která není ještě zcela zastavěná a převažuje zde výstavba rodinných domů. Pro danou lokalitu zpracována a schválena územní studie, ze které jsem vycházel i při návrhu rodinného domu, tzn. uliční čára 4 m od hranice parcely sousedící s komunikací a dále regulovaná výška zástavby s tím, že nově navržené stavby musí mít maximálně jedno podzemní podlaží, dvě nadzemní podlaží, zastřešeny plochou střechou.

Seznam dotčených pozemků:

parcelní číslo: 550/309, 550/298, 550/286, 550/274, 550/49, 550/50, 550/29, 550/26, 550/49,

2.2 ČLENĚNÍ STAVBY NA OBJEKTY A TECHNICKÁ A TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ

Stavba je členěna na stavební objekty následovně:

SO 01	RODINNÝ DŮM
SO 02	ZPEVNĚNÉ PLOCHY, OPĚRNÉ STĚNY, OPLOCENÍ
SO 03	PŘÍPOJKA NÍZKÉHO NAPĚTÍ
SO 04	PŘÍPOJKA VODY
SO 05	PŘÍPOJKY KANALIZACÍ

Technická a technologická zařízení:

Tepelné čerpadlo vzduch-voda

Vzduchotechnická jednotka s rekuperací

Fotovoltaická hybridní elektrárna

Zařízení na využití dešťových vod

2.3 NAVRHOVANÉ KAPACITY STAVBY

Zastavěná plocha: 195,6 m²

Obestavěný prostor: 936 m³

Užitná plocha: 233 m²

Počet funkčních jednotek: 1 (6+KK)

Navržený počet uživatelů: 4 osoby

2.4 ARCHITEKTONICKÉ A TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Navržená stavba rodinného domu, vychází z územní studie pro dotčenou lokalitu, okolní zástavby, orientaci vůči světovým stranám, tvaru a velikosti pozemku.

Dům je navržen jako dvoupodlažní, nepodsklepený s plochou střechou, půdorys objektu lze charakterizovat jako dva obdélníky – první obdélník tvoří rodinný dům, který je spojený s ustoupeným druhým obdélníkem (garáží). Prostorově se jedná o kvádry, přičemž druhé nadzemní podlaží je z jižní a východní světové strany ustoupené.

Objekt je navržen s bílou silikonovou fasádou, výplně otvorů jsou řešeny v odstínu antracit, stejně tak oplechování a přidružené výrobky.

2.5 DISPOZIČNÍ A PROVOZNÍ ŘEŠENÍ

Dům je členěn na dvě části, první část tvoří obytná část a druhou pak garáž, obě části jsou spojeny přes technickou místnost, členění objektu je zvoleno kvůli tepelně-technickému a akustickému řešení.

Dispozice domu je řešena v rámci podlaží, kde první nadzemní podlaží je řešeno jako „denní část“, jsou zde navrženy místnosti denního užití – pracovna, obývací pokoj s kuchyní a jídelnou, koupelna, technické zázemí domu komunikačně propojeno do garáže. Druhé nadzemní podlaží je řešeno jako „noční část“, v tomto podlaží jsou navrženy dva dětské pokoje, ložnice, skladovací prostory – šatny, koupelna, samostatná místnost se záchodem a posilovna.

Celý rodinný dům je komunikačně propojen s garáží, jednotlivé podlaží jsou propojeny pomocí schodiště.

2.6 BEZBARIÉROVÉ UŽÍVÁNÍ STAVBY

V rámci návrhu bylo uvažováno i s bezbariérovostí stavby, přístup do objektu je po zpevněné ploše, která je přímo napojena na komunikaci a parkovací místa na pozemku, zpevněná plocha je uvažována v mírném spádu tj. 1%, vstupní dveře jsou navrženy jako dvoukřídlé s průchodnou šířkou cca 1,35 m.

V případě potřeby je možné provést mírné stavební úpravy a první nadzemní podlaží upravit pro potřeby bezbariérovosti, pracovnu lze stavebně upravit a potom může sloužit jako pokoj, koupelnu lze taktéž stavebně upravit, stejně tak i dveře, dle požadavků kladených v příslušném právním předpisu.

2.7 KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ

2.7.1 ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

Objekt je navržený na dvoustupňových základových pasech, spodní část základové konstrukce je tvořena železobetonovým pasem, druhá část je navržena z tvárnic ztraceného bednění.

Toto řešení bylo navrženo vzhledem k mírné svažitosti celého pozemku a taky ekonomickému aspektu oproti železobetonové desce.

2.7.2 SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Svislé nosné konstrukce jsou navrženy v uceleném systému, tj. z keramických tvárnic. V obytné části je obvodové zdivo navrženo v tloušťce 300 mm, v prostoru garáže v tloušťce 250 mm, ostatní svislé nosné konstrukce jsou navrženy v tloušťce 240 mm.

Při návrhu svislých konstrukcí bylo zvoleno toto řešení vzhledem k poměrně dobrých tepelně-technických a akustickým vlastnostem.

2.7.3 VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Pro řešení stropní konstrukce byl zvolen ucelený systém, jedná se o polomontovanou stropní konstrukci složenou z nosníků a betonových vložek, stropní konstrukce je navržena v tloušťce 250 mm, v prostoru zastřešení nad terasou je tloušťka 200 mm. Překlady jsou navrženy v rámci systému stěn.

Vzhledem k rozsahu stavby, tj. rodinný dům je dle mé úvahy vhodnější volit polomontované stropy, které se vyznačují menší časovou náročností a jednodušší technologií například oproti monolitickým konstrukcím.

Druhým aspektem volby byla již daná dispozice, kde v prostoru terasy je poměrně velké rozpětí a oproti původnímu návrhu mohly být zrušeny dříve uvažované nosní konstrukce.

2.7.4 SCHODIŠTĚ

V objektu je navrženo železobetonové dvouramenné schodiště, které je vetknuté do nosného zdiva, nástupní rameno je uloženo na betonovém základu a výstupní rameno je uloženo do stropní konstrukce.

2.7.5 SVISLÉ NENOSNÉ KONSTRUKCE

Příčkové zdivo je navrženo z keramických tvárnic v tloušťce 140 mm. Pro vedení instalací jsou navrženy předstěny ze sádkartonových desek s nosnou konstrukcí, instalační šachty jsou řešeny obdobně.

Návrh tloušťky příčkového zdiva vycházel z požadavků akustiky, v menších tloušťkách zdivo nespĺňovalo požadavky legislativy.

2.7.6 KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ

Střešní konstrukce je navržena jako plochá, v rámci řešení bylo použito stejné konstrukce jako v případě stropní konstrukce nad 1.NP. Zastřešení je řešeno jako jednoplášťová vegetační střecha, v případě terasy se jedná o pochůzí. Vegetační střecha byla navržena kvůli zlepšením parametrů vnitřního prostředí převážně v letním období a také vzhledem k hospodaření s dešťovou vodou. Použití zelené střechy na terase u dětských pokojů bylo použito, aby byla zlepšena pocitová kvalita života, vzhledem k velkým oknům, které přímo navazují na vegetační střechu.

2.7.7 KLEMPÍŘSKÉ A ZÁMEČNICKÉ VÝROBKY

Klempířské prvky jsou navrženy v barevném řešení antracit, aby byl zachován soulad s výplněmi otvorů, navržené byly klempířské prvky typové, jako je například dešťový svod nebo venkovní hliníkové parapety, ale i zakázkové je oplechování atik.

Zámečnické výrobky jsou navrženy v rozsahu zábradlí na venkovní terase, kde se jedná o kombinaci svařovaných ocelových profilů s výplní z mléčného bezpečnostního skla, zábradlí a madla na vnitřním schodišti, skleněném zábradlí na okně do ložnice a zastřešení prostoru před hlavním vstupem do objektu. Tyto výrobky jsou taktéž navrženy v barvě antracit.

2.7.8 VÝPLNĚ OTVORŮ

Okenní výplně otvorů jsou navrženy z hliníkového rámu s izolačním trojsklem, vstupní dveře jsou navrženy obdobně, garážové vrata jsou navržena jako sekční s izolačních panelů.

Interiérové dveře jsou navrženy jako obložkové s dřevěným dveřním křídlo, ve třech místnostech jsou navrženy dveře posuvné do stavebního pouzdra.

Pro okna v celém rodinném domě jsou navrženy venkovní hliníkové žaluzie s elektrickým ovládním, pro okenní otvory, které jsou v prostoru terasy, nejsou žaluzie navrženy, jelikož je využito pro stínění konstrukce zastřešení terasy.

Při návrhu výplní otvorů v obálce budovy bylo uvažováno s variantou vyššího využití solárních zisků použitím izolačních dvojskel, většina obytných místností je orientována na jihovýchodní až jihozápadní světovou stranu, toto řešení nebylo nakonec navrženo vůči výsledků výpočtů a zvýšenému přehřívání interiéru a zhoršení vlastností vzhledem k izolaci oken.

2.7.9 PODLAHY, ÚPRAVY POVRCHŮ

Nášlapné vrstvy v obytných místnostech jsou navrženy z laminátové podlahy, komunikační a sanitární prostory jsou navrženy z keramické dlažby. V prostoru garáže je navržena epoxidová stěrka. V rámci výsledků výpočtů ze stavební fyziky bylo zjištěno, že keramická dlažba nemůže být použita pro obytné místnosti.

Objekt rodinného domu má navrženy, mimo prostor garáže a technické místnosti, sádkartonový podhled, ve kterém je vedeno potrubí vzduchotechniky. Vnitřní omítka je navržena jako vápenocementová, vzhledem k dobré odolnosti například při zvýšené vlhkosti, tím že se jedná o omítku paropropustnou, čímž umožňuje regulaci vodní páry a snižuje riziko vzniku plísní.

Pro povrchovou úpravu vnější stěn domu je navržena silikonová omítka, která je také paropropustná, a hlavně odolná vůči povětrnostním vlivům, tedy je zachován její estetický vzhled po dlouhou dobu.

Výplně otvorů jsou navrženy jako hliníkové práškově lakované do odstínu antracit, stejně tak i zámečnické výrobky a klempířské výrobky. Truhlářské výrobky jsou navrženy buď bílé nebo antracit.

2.7.10 HYDROIZOLACE

V rámci spodní stavby i zastřešení jsou navrženy povlakové izolace, konkrétně živičné hydroizolační pásy. Asfaltové pásy jsou navrženy pro jednotlivé konstrukce podle použití. Hydroizolace ve skladbě podlahy na terénu je navržena proti pronikání radonu.

V prostorech s mokřým provozem, tj. koupelna, záchod je pod keramické obklady a dlažby navrženo použití nátěrové izolace.

2.7.11 TEPELNÉ A AKUSTICKÉ IZOLACE

Pro zateplení obvodových stěn je navržen polystyren EPS 70 F grafitový, v tloušťce 200 mm, konstrukce střechy jsou navrženy z polystyrenu EPS 150 v tloušťce 100 mm a 140 mm (pro prostor nad garáží a terasou), z PIR izolačních desek tloušťky 140 mm (v prostoru terasy nad obytným prostorem) a z polystyrenu EPS 150 v tloušťce 240 mm (střecha nad druhým nadzemním podlažím), konstrukce atiky je zateplena z polystyrenu XPS, tloušťka 120 mm. Tepelná izolace podlahové konstrukce na zemině je navržena z polystyrenu EPS 150 grafitový v tloušťka 160 mm, základové konstrukce jsou zatepleny polystyrenem XPS tl. 150 mm.

Návrh materiálů a tloušťek konstrukcí byl postupně optimalizován na základě výpočtů tepelné techniky, například původně byla uvažována tloušťka zateplené obvodových stěn 160 mm, po prvních výsledcích průkazu energetické náročnosti budov byla tloušťka upravena na navrhovaných 200 mm.

V rámci izolací akustických je navrženo použití kročejové izolace tl. 40 mm v podlaze druhého nadzemního podlaží. Výplně otvorů musí splňovat požadavek na třídu zvukové izolace minimálně TZI 2.

V rámci návrhu materiálů akustické izolace bylo vycházeno z požadavků na maximální váženou hladinu akustického tlaku kročejového hluku. Požadavek na třídu zvukové izolace u výplní otvorů byl stanoven na základě výpočtu.

2.8 STAVEBNÍ TEPELNÁ TECHNIKA

Všechny navržené konstrukce vyhověly požadavkům na součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540. Průměrný součinitel tepla budovy byl vypočítán na hodnotu $0,24 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$, což splňuje požadavek $0,34 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$, který byl stanoven pro referenční budovu, budova byla zatříděna do klasifikační třídy B.

Dále bylo provedeno posouzení pro dotykové teploty podlahy, kde byl stanoven požadavek, že nesmí být navržena keramická dlažba v obytných místnostech. Laminátová podlaha na tento požadavek vyhověla.

Posouzením kondenzace vodní páry v konstrukci bylo prokázáno, že navržené konstrukce nebudou ohroženy na funkci a jejich vlastnosti nebudou znatelně ovlivněny. Na základě posouzení ročního množství vodní páry uvnitř konstrukce bylo prokázáno, že se množství vodní páry zkondenzované v konstrukci je menší než vypařitelné množství vodní páry, což znamená, že v navržené konstrukci nezůstává přebytečná vlhkost a tím se i minimalizuje riziko vzniku plísní.

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce byla hodnocena na základě teplotního faktoru vnitřního povrchu, veškeré konstrukce splnily požadavky a lze tedy předpokládat, že nebude docházet k povrchové kondenzaci vodní páry ani k růstu plísní.

2.9 STAVEBNÍ AKUSTIKA A OCHRANA PŘED HLUKEM

V rámci posouzení stavební akustiky všechny navržené konstrukce byly vyhovující, vzduchová neprůzvučnost dle ČSN 73 0532 byla hodnocena pro stěny mezi místnostmi v rámci bytu, kterému vyhověla navržená příčková stěna tl. 140 mm a nosná stěna tl. 240 mm, dále byl hodnocený požadavek na stropní konstrukci respektive skladbu i s podlahou, tato konstrukce byla hodnocena i na požadavek kročejové neprůzvučnosti, v rámci posouzení kročejové neprůzvučnosti byl proveden návrh kročejové izolace, následné posouzení návrhu, na který navržená konstrukce taktéž vyhověla. Posledním posouzením byla neprůzvučnost navrženého obvodového pláště včetně výplní otvorů, tyto požadavky byly taktéž splněny.

Dalším posouzením byl vliv okolí na stavbu, pro provedení posouzení byla v první řadě použita hluková mapa, která pro danou lokalitu nebyla vhodná, jelikož hodnoty potřebné pro posouzení nebyly v mapě zaneseny, proto byla provedeno hodnocení v softwaru, kde byla provedena simulace s okolním terénem, budovami a zdroji hluku. Na základě výpočtu byly stanoveny ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro posuzované body, kdy vypočtené hodnoty vyhovují nařízení vlády č. 272/2011 Sb., proto lze považovat požadavků za splněné. V neposlední řadě byla stanovena maximální hodnota akustického výkonu jednotky tepelného čerpadla, která byla následně použita v další části.

2.10 DENNÍ OSVĚTLENÍ A PROSLUNĚNÍ

Veškeré obytné místnosti a pracovna byly posouzeny v softwaru z hlediska denního osvětlení, na základě výsledku je prokázáno, že byly dodrženy požadavky, pro prostor pracovny byla vyčleněna plocha, kde lze umístit stůl, aby byl splněn požadavek. Dále bylo provedeno posouzení kritéria denního světla k průčelí objektu, které bylo taktéž splněno. Posledním posouzením této části bylo proslunění obytných místností, které na základě výpočtů jsou prosluněny ze 100%.

2.11 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Energetická náročnost budovy byla stanovena klasifikační třídou na A – Mimořádně úsporná, což prokázalo požadavek na tuto práci, aby navržená budova byla budovou s téměř nulovou spotřebou energie.

V rámci výpočtů energetické náročnosti budovy bylo provedeno hodně úprav a optimalizací hlavně navržených systémů technických zařízení budov, která byla navrhována v součinnosti s předběžnými výsledky, v rámci výpočtů byl proveden návrh fotovoltaické hybridní elektrárny, kterou bylo nutné navrhnout pro splnění legislativních požadavků.

2.12 ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE

V rámci první části koncepčního řešení byl proveden výpočet potřeby pitné vody a potřeby nepitné vody. V rámci hospodaření s dešťovou vodou byl proveden návrh retenční nádrže a zařízení pro využití dešťových vod pro zalévání a splachování záchodů. Dále bylo provedeno posouzení pro vsakování přebytečných dešťových vod, které na základě parametrů vsakování zeminy na pozemku bylo vyhodnoceno jako nevhodné a bylo

navrženo svést přebytečné dešťové vody do kanalizace dešťové. V rámci výkresové části byl proveden návrh trasy přípojky vody a trasy vnitřních rozvodů kanalizace a vodovodu, v rámci vodovodu byla ještě doplněna trasa cirkulace teplé vody.

2.13 VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY

Pro návrh zdroje tepla byly stanoveny tepelné ztráty obálkovou metodou, na vypočtené hodnoty bylo následně navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda, v rámci koncepce byly stanoveny i typy otopných ploch – v rámci obytné části podlahové teplovodní vytápění a v rámci garáže elektrické přímotopné topení, v koupelnách jako doplňkový zdroj tepla i elektrický trubkový registr. Jelikož bylo zvoleno systémové řešení, tak ohřev teplé vody byl posouzen na navržené tepelné čerpadlo. V rámci výkresové části byly vypracovány půdorysy tras přívodního a vratného potrubí vytápění, potrubí mezi jednotami tepelného čerpadla a schéma zapojení tepelného čerpadla.

2.14 VZDUCHOTECHNIKA

Tato část byla zvolena jako stěžejní této práce z hlediska zvoleného systému technického zařízení budovy. V rámci koncepčního řešení byly stanovena předběžná trasa vzduchotechnického potrubí, předběžný návrh jednotky vzduchotechniky, vzduchová bilance v objektu a tepelná zátěž místností. V rámci prováděcí části byla stanovena přesná trasa potrubí, přesné tlakové ztráty všech prvků v celém systému a následné posouzení s vybranou jednotkou v koncepční části.

V rámci dalších výpočtů bylo zjištěno, že v zimním období teplota vzduchu, který je distribuován v interiéru nedostatečná, proto byl v rámci prvních úvah

navržen ohříváč, který byl následně nepoužit a místo toho bylo pro zimní období navrženo použití by-passu, kterou jednotka disponuje. Oproti tomu v letním období vznikl problém s teplotou vzduchu, která byla příliš vysoká a nesplňovala tak požadavky na vnitřní prostředí, proto byl proveden návrh teplovodního výměníku, který využívá tepelného čerpadla vzduch-voda, které v letním období slouží pouze pro ohřev vody a tak bylo vhodné využít výkon tohoto zdroje pro chlazení vzduchu. V poslední části bylo provedeno ověření navržené izolace na potrubí, které je v kontaktu s exteriérem a posouzení hluku společně s vyhodnocením požadavků legislativy, které byly splněny.

2.15 CHLAZENÍ

Chlazení objektu je navrženo přes rozvody vzduchotechniky, kde vlastní chlazení je navrženo ve vzduchotechnické jednotce, kde je umístěn teplovodní výměník, který ochlazuje vzduch, teplovodní výměník je napojen na rozvod vytápění, přes trojcestný ventil a v rámci regulace tepelného čerpadla vzduch-voda lze přepínat do režimu vytápění, kdy tepelné čerpadlo ohřívá teplotonosnou kapalinu a nebo ochlazuje a tím i chladí vzduch ve vzduchotechnické jednotce.

2.16 UMĚLÉ OSVĚTLENÍ

Umělé osvětlení je navrženo pomocí svítidel LED.

2.17 ELEKTROINSTALACE

V rámci koncepčního řešení byl proveden návrh soupisu spotřebičů v domě, podle kterého byl stanoven instalovaný příkon a následně návrh hlavního

jističe. V rámci konceptu byla navržena přípojka nízkého napětí. Na základě požadavků na průkaz energetické náročnosti budovy byl proveden návrh fotovoltaické hybridní elektrárny a následné posouzení vhodnosti umístění a orientace panelů.

2.18 POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ŘEŠENÍ

Objekt je v rámci požárně bezpečnostního řešení členěn na jeden požární úsek a zatřídění, ve kterém bylo stanovené požární zatížení a následně odolnost požárních konstrukcí, tento požadavek byl splněn. Dalším posouzením byl požadavek na únikové cesty, přístupové komunikace tyto požadavky byly splněny. Výpočet odstupových vzdáleností nebo-li stanovení požárně nebezpečného prostoru prokázal, že nezasahuje na sousední parcely a proto je vyhovující bez dalších náležitostí, v rámci této části byly stanoveny požadavky na technická zařízení a v poslední části byly vytyčeny požadavky na zařízení pro protipožární zásah, tj. instalace dvou zařízení autonomní detekce a instalace dvou hasicích přístrojů a byl ověřen požadavek na vnější odběrné místo.

2.19 VLIV STAVBY NA OKOLÍ (HLUK, VIBRACE, PRAŠNOST)

Stavba nebude vykazovat negativní vliv na okolí, při provádění nebudou překročeny limity – hluku, vibrací, prašnosti.

2.20 DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ

Navržená stavba bude napojena sjezdem na stávající komunikaci v ulici, v rámci návrhu bylo provedeno posouzení a návrh počtu parkovacích míst, které byly stanoveny na dvě, parkování je navrženo v garáži.

2.21 TERÉNNÍ ÚPRAVY A ŘEŠENÍ VEGETACE

V rámci navržené stavby budou provedeny terénní úpravy v rozsahu celého pozemku, jelikož je pozemek mírně svažité směrem na západ, je nutné provést výškové vyrovnání, v rámci těchto prací se použije zemina z východní části pozemku a výkopových prací. Po dokončení terénních úprav bude pozemek zatravněn a osázen solitérními okrasnými dřevinami.

2.22 ORIENTAČNÍ NÁKLADY STAVBY

SO 01 RODINNÝ DŮM (obestavěný prostor 936 m³)

936 m³ * 10 000 Kč/m³ = 9 360 000 Kč

SO 02 ZPEVNĚNÉ PLOCHY, OPĚRNÉ STĚNY, OPLOCENÍ

Zpevněné plochy (plocha 153,6 m²) = 153,6 m² * 2000 Kč/m² = 307 200 Kč

Opěrné stěny (plocha 35 m²) 35 m² * 3000 Kč/m² = 105 000 Kč

Oplocení (délka 104 m) 104 m * 1200 Kč/m = 124 800 Kč

SO 03 PŘÍPOJKA NÍZKÉHO NAPĚTÍ

(délka 18,4 m) 18,4 m * 2500 Kč/m = 46 000 Kč

SO 04 PŘÍPOJKA VODY (délka 6,4 m) 6,4 m * 3500 Kč/m = 22 400 Kč

SO 05 PŘÍPOJKY KANALIZACÍ (délka 8,6 m) 8,6 m * 4500 Kč/m = 38 700 Kč

3 ZÁVĚR

3.1 SHRNUÍ PRÁCE

V průběhu návrhu a realizace rodinného domu ve Zlíně, místní část Prštné, byly pečlivě analyzovány a implementovány technické a technologické postupy s cílem dosáhnout vysoké kvality stavby a splnění všech požadavků dle platných norem a legislativy. Byly posouzeny všechny klíčové aspekty, včetně stavební tepelné techniky, akustiky, denního osvětlení a proslunění, což vedlo k optimalizaci návrhu a zajištění komfortu uživatelů.

3.2 SOULAD SE ZADÁNÍM

Projekt navržené novostavby rodinného domu splňuje všechny požadavky stanovené v zadání. Byly dodrženy specifikace územní studie, včetně umístění objektu, výškové regulace a architektonického řešení. Stavba je členěna na několik stavebních objektů a technická a technologická zařízení, jako je tepelné čerpadlo vzduch-voda, vzduchotechnická jednotka s rekuperací, fotovoltaická hybridní elektrárna a zařízení na využití dešťových vod, což přispívá k energetické úspornosti budovy.

3.3 ZMĚNY OPROTI PROTNÍM NÁVHRŮM NEBO STANOVENÝM CÍLŮM

V průběhu práce došlo k několika úpravám původních návrhů:

Zateplení: Původně navržená tloušťka zateplení obvodových stěn byla zvýšena z 160 mm na 200 mm na základě výsledků průkazu energetické náročnosti budovy.

Podlahové krytiny: Byla provedena změna návrhu podlahových krytin z keramické dlažby na laminátovou podlahu v obytných místnostech na základě posouzení dotykové teploty podlahy.

Vzduchotechnika: V letním období byl navržen teplovodní výměník pro chlazení vzduchu v důsledku vysokých teplot vzduchu nesplňujících požadavky na vnitřní prostředí.

3.4 PROKÁZÁNÍ SPLNĚNÍ ZADÁNÍ

Navržená budova dosáhla klasifikační třídy A - Mimořádně úsporná, což prokazuje, že se jedná o budovu s téměř nulovou spotřebou energie. Energetická náročnost byla optimalizována díky kombinaci vysoce účinných technických zařízení, jako je tepelné čerpadlo, rekuperace vzduchu a fotovoltaická elektrárna. Implementace těchto systémů zajišťuje nízkou energetickou náročnost a vysoký komfort užívání budovy.

3.5 ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ

Celkově byla práce úspěšná a všechny cíle byly splněny. Navržený rodinný dům, představuje moderní, energeticky úspornou stavbu, která splňuje

všechny stanovené požadavky na kvalitu, komfort a udržitelnost. Byly provedeny návrhy a optimalizace jednotlivých technických a technologických aspektů, což vedlo k dosažení vysoké úrovně energetické efektivity a komfortu pro budoucí uživatele.

4 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Technické normy

Český normalizační institut. ČSN 74 3305: Ochranná zábradlí. Praha: Český normalizační institut, 2021.

Český normalizační institut. ČSN 01 3420: Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části. Praha: Český normalizační institut, 2018.

Český normalizační institut. ČSN 73 4301/Z4: Obytné budovy. Praha: Český normalizační institut, 2019.

Český normalizační institut. ČSN 73 0532: Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2020.

Český normalizační institut. ČSN 73 0525: Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady. Praha: Český normalizační institut, 2013.

Český normalizační institut. ČSN 73 0810: Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení. Praha: Český normalizační institut, 2018.

Český normalizační institut. ČSN 73 0802: Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty. Praha: Český normalizační institut, 2021.

Český normalizační institut. ČSN 73 0833: Požární bezpečnost staveb – Obytné budovy. Praha: Český normalizační institut, 2020.

Český normalizační institut. ČSN 73 0540-1: Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie. Praha: Český normalizační institut, 2011.

Český normalizační institut. ČSN 73 0540-2/Z1: Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2011.

Český normalizační institut. ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2011.

Český normalizační institut. ČSN 73 0540-3: Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin. Praha: Český normalizační institut, 2005.

Český normalizační institut. ČSN 73 0540-4: Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody. Praha: Český normalizační institut, 2005.

Český normalizační institut. ČSN 73 0580-1/Z3: Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2007.

Český normalizační institut. ČSN 73 0580-1/Z1: Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov. Praha: Český normalizační institut, 2007.

Český normalizační institut. ČSN EN 17037+A1: Denní osvětlení budov. Praha: Český normalizační institut, 2019.

Český normalizační institut. ČSN EN 12831-1: Energetická náročnost budov – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění. Praha: Český normalizační institut, 2020.

Český normalizační institut. ČSN EN 12831-3: Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 3: Tepelný výkon pro soustavy teplé vody a charakteristika potřeb. Praha: Český normalizační institut, 2020.

Český normalizační institut. ČSN EN 15450: Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly. Praha: Český normalizační institut, 2007.

Český normalizační institut. ČSN 06 0320: Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování. Praha: Český normalizační institut, 2000.

Český normalizační institut. ČSN 73 6005: Ochrana staveb proti radonu z podloží. Praha: Český normalizační institut, 1999.

Zákony a vyhlášky

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

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

Česká republika. Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci).

Česká republika. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

Česká republika. Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.

Česká republika. Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.

Česká republika. Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých.

Česká republika. Vyhláška č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov.

Česká republika. Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech.

Česká republika. Vyhláška č. 189/2013 Sb., o ochraně dřevin a povolování jejich kácení.

Česká republika. Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.

Česká republika. Nařízení vlády č. 241/2018 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Česká republika. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

Webové stránky

DEKSOFT. Dostupné z: <https://deksoft.eu>

Atrea. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/>

Český úřad zeměměřický a katastrální. Dostupné z: <https://cuzk.cz>

Technická mapa Zlínského kraje. Dostupné z:
<https://jdtmzk.technickamapa.cz/>

Územně plánovací dokumentace Zlín. Dostupné z:
<https://www.zlin.eu/uzemne-planovaci-dokumentace>

Qpro vzduchotechnika a klimatizace. Dostupné z:
<https://www.qpro.cz/Qpro-vzduchotechnika-klimatizace>

Mandík. Dostupné z: <https://www.mandik.cz>

Rekuperace Lindab. Dostupné z: <https://www.rekuperace-lindab.cz>

PVGIS. Dostupné z: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

Projektování tepelných čerpadel. Dostupné z: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz>

Primotopy.cz. Dostupné z: <https://www.primotopy.eu>

Topení solární ohřev.cz. Dostupné z: <https://www.topeni-solarni-ohrev.cz/>

Kvalitní podlahovka.cz. Dostupné z: <https://kvalitnipodlahovka.cz>

Geoportál Ministerstva zdravotnictví ČR. Dostupné z:
<https://geoportal.mzcr.cz/shm/?locale=cs>

TZB-info. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz>

Wienerberger. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz>

Rector. Dostupné z: <https://www.rector.cz>

Isover. Dostupné z: <https://www.isover.cz>

DEK. Dostupné z: <https://www.dek.cz>

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratky:

FVE:	Fotovoltaická elektrárna
ŽB:	Železobeton
PB:	Prostý beton
TČ:	Tepelné čerpadlo
1.NP:	První nadzemní podlaží
2.NP:	Druhé nadzemní podlaží
RD:	Rodinný dům
TZB:	Technická zařízení budov
PNP:	Požárně nebezpečný prostor
PENB:	Průkaz energetické náročnosti budovy
VZT:	Vzduchotechnika
SDK:	Sádrokarton
TL:	Tloušťka
TZN:	To znamená
TJ:	To je
CCA:	cirka

Veličiny:

Pa:	Pascal
KPa:	Kilopascal
m:	Metr
mm:	Milimetr
m ² :	Metr čtvereční
m ³ :	Metr krychlový
m ³ /h:	Kubický metr za hodinu
m/s:	Metr za sekundu
°C:	Stupeň Celsia
W:	Watt
Wh:	Watt-hodina
J/kg*K:	Joule na kilogram kelvin
J:	Joule
dB:	Decibel
W/m ² :	Watt na metr čtvereční
W/K:	Watt na kelvin
W/m ² *K:	Watt na metr čtvereční kelvin
kg/m ³ :	Kilogram na metr krychlový
Hz:	Hertz
A:	Ampér
Hod:	hodina

6 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Pozemní stavby

A.0 Studie

- A.0.1 Situace
- A.0.2 Půdorys 1.NP
- A.0.3 Půdorys 2.NP
- A.0.4 Vizualizace

A.1 Průvodní zpráva

A.2 Souhrnná technická zpráva

A.3 Koordinační situační výkres 1:200

A.4 Architektonicko-stavební řešení v měřítku 1:50

- A.4.1 Výkres základových konstrukcí
- A.4.2 Půdorys 1.NP
- A.4.3 Půdorys 2.NP
- A.4.4 Výkres konstrukce zastřešení
- A.4.5 Řez A-A
- A.4.6 Výkres stropní konstrukce nad 1.NP
- A.4.7 Výkres stropní konstrukce nad 2.NP
- A.4.8 Pohledy SV a JZ
- A.4.9 Pohledy SZ a JV
- A.4.10 Detail D1
- A.4.11 Detail D2
- A.4.12 Detail D3
- A.4.13 Detail D4

- A.4.14 Detail D5
- A.4.15 Výpis skladeb konstrukcí
- A.4.16 Výpis konstrukcí v teplosměnné obálce
- A.4.17 Výpis truhlářských výrobků
- A.4.18 Výpis klempířských výrobků
- A.4.19 Výpis zámečnických výrobků

A.5 Požárně bezpečnostní řešení

A.5 Technická zpráva

A.5.1 Situace PBŘ

A.6 Stavebně fyzikální posouzení konstrukcí a budovy

A.6.1 Příloha č. 1

A.6.2 Příloha č. 2

A.6.2 Příloha č. 3

Příloha B Technická zařízení budov

B.1 Koncepční řešení systémů TZB v budově

B.1.1 Zdravotně-technické instalace

B.1.1 Technická zpráva

B.1.1 Příloha č. 1

B.1.1.1 Situace přípojky kanalizace

B.1.1.2 Kanalizace – půdorys základů

B.1.1.3 Kanalizace - půdorys 1.NP

B.1.1.4 Kanalizace – půdorys 2.NP

B.1.1.5 Situace přípojky vody

B.1.1.3 Vodovod - půdorys 1.NP

B.1.1.4 Vodovod – půdorys 2.NP

B.1.2 Elektroinstalace

B.1.2 Technická zpráva

B.1.2 Příloha č. 1

B.1.2.1 Situace přípojky nízkého napětí

B.1.2.2 Rozmístění panelů FVE – půdorys střechy

B.1.3 Vytápění

B.1.3 Technická zpráva

B.1.3.1 Vytápění - půdorys 1.NP

B.1.3.2 Vytápění - půdorys 2.NP

B.1.3.3 Schéma TČ

B.1.4 Vzduchotechnika

B.1.4 Technická zpráva

B.1.4 Příloha č. 1

B.1.4.1 Vzduchotechnika - půdorys 1.NP

B.1.4.2 Vzduchotechnika - půdorys 2.NP

B.2 Prováděcí projekt vybraného systému TZB

B.2 Vzduchotechnika

B.2 Technická zpráva

B.2.1 Příloha č. 1

B.2.2 Příloha č. 2

B.2.3 Příloha č. 3

B.2.4 Příloha č. 4

B.2.1 Vzduchotechnika - půdorys 1.NP

B.2.2 Vzduchotechnika - půdorys 2.NP

B.2.3 Vzduchotechnika – řezy

B.2.4 Vzduchotechnika – schéma jednotky

B.3 Průkaz energetické náročnosti budovy