



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKY ÚSPORNÝ RODINNÝ DŮM V POSTŘELMOVĚ

ENERGY-SAVING FAMILY HOUSE IN POSTŘELMOV

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavel Komenda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Student: **Pavel Komenda**
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 Postřelmově

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 této bakalářské práce je návrh energeticky úsporného domu v Postřelmově. Tento dům se nachází v nově se rozvíjející oblasti. Objekt má tvar obdélníku se dvěma nadzemními podlažními. Budova má plochou vegetační střechu a stropy jsou z panelů Spiroll. K objektu je na jižní straně připojeno otevřené stání pro auto a na východní straně pak terasa. Obě konstrukce jsou navrženy ze dřeva. Hlavní vchod je situován na severní stranu. V prvním patře se nachází ložnice rodičů s WC a koupelnou. Kuchyně tvoří s obývacím pokojem otevřený prostor. Druhé patro je primárně určeno pro děti a jejich ložnice s koupelnou a pracovnou. Vnější nosné a dělící stěny v prvním patře jsou tvořeny keramickými tvárnicemi o tloušťce 380 mm. Vnější stěny jsou zatepleny systémem ETICS, který je tvořený minerální vatou o tloušťce 200 mm. Příčky ve druhém patře jsou ze sádkartonových desek.

Technické zařízení budovy zahrnuje podlahové vytápění a nucené větrání. Vytápění zajišťuje tepelné čerpadlo vzduch – voda, které je primárně napájeno solární energií získávanou z fotovoltaických panelů umístěných na střeše objektu. V technické místnosti je také bateriové úložiště přebytečné energie, která se využívá k napájení zbytku domu. Dešťová voda ze všech střech budovy je shromažďována v akumulární nádrži a přebytečné množství je odváděno do země pomocí retenčních bloků. Energeticky úsporný dům má navíc integrované pasivní stavební prvky, které splňují požadavky pro zařazení do klasifikační třídy A podle nařízení č. 534/2005.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energeticky úsporný, podlahové vytápění, tepelné čerpadlo, vegetační střecha, keramické zdivo, nucené větrání

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is the design of Energy efficient house in Postřelmov. This house is in new development area. The building has a rectangle shape with two floors. The building has a green flat roof and the ceilings are made of Spiroll. Car port is attached to the house on southern site and terrace is attached on east site. Both constructions are designed from timber. The main entrance is situated to north site. On the first floor is situated parent's bedroom with WC and bathroom. The kitchen is open to dining room and living room. Second floor is primary for children and their bedrooms with bathroom and home office. External, load bearing and partition walls on the first floor are consist of ceramic blocks 380 mm. External walls has also ETICS system consist of mineral wool 200 mm. Partitions on the second floor are made of Plasterboards.

The building services include floor heating and mechanical ventilation services. Heating is facilitated by an air – water heat pump, primarily powered by solar energy harvested trough photovoltaic panels on the roof during daylight hours. The utility room also has battery storage for excess energy, which is used to power the rest of the house. Rainwater from all the roofs of the building is collected in a storage tank and the excess amount is drained into the ground using retention blocks. Additionally, the energy efficient house has integrated passive building elements that meet the requirements for classification in class A of the energy certificate.

KEYWORDS

Energy efficient, floor heating, heat pump, green roof, ceramic blocks, mechanical ventilation

BIBLIOGRAFICKÉ CITACE

KOMENDA, Pavel. Energeticky úsporný rodinný dům v Postřelmově. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/158320>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Marcela Počinková.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

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

V Brně dne 22. 5. 2024

Pavel Komenda

autor

PODĚKOVÁNÍ

Velice rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. Marcele Počinkové Ph.D. za cenné rady při zpracovávání této práce a za její čas a trpělivost. Stejně tak bych chtěl poděkovat paní Ing. Petře Berkové Ph.D. za její ochotu a čas konzultovat části pozemního stavitelství této bakalářské práce.

Velké poděkování patří hlavně mé rodině a přátelům, kteří mě ve studiu podporovali a v nejtěžších chvílích mi byli oporou.

V Brně dne 22. 5. 2024

Pavel Komenda

autor

OBSAH

ÚVOD.....	12
1 Stručná charakteristika lokality včetně seznamu dotčených pozemků	13
1.1 Seznam dotčených pozemků	14
2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení.....	14
3 Navrhované kapacity stavby	14
4 Architektonické a tvarové řešení stavby	14
5 Dispoziční a provozní řešení	15
6 Bezbariérové užívání stavby	15
7 Konstrukční a materiálové řešení	16
7.1 Základové konstrukce.....	16
7.2 Svislé nosné konstrukce	16
7.3 Vodorovné nosné konstrukce.....	17
7.4 Schodiště a rampy	17
7.5 Svislé nenosné konstrukce.....	17
7.6 Konstrukce zastřešení	17
7.7 Klempířské a zámečnické prvky	17
7.8 Výplně otvorů.....	17
7.9 Podlahy, úpravy povrchů	18
7.10 Hydroizolace.....	18
7.11 Tepelné a akustické izolace.....	18
8 Stavební tepelná technika.....	19
8.1 Popis a skladba konstrukcí.....	19
8.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota.....	21
8.3 Součinitel prostupu tepla U	22
8.4 Pokles dotykové teploty podlahy.....	22
8.5 Zkondenzované množství vodní páry	22
8.6 Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti.....	23
8.7 Opatření pro zajištění tepelné stability v letním období.....	23
8.8 Zajištění vzduchotěsnosti obvodového pláště	23
8.9 Průměrný součinitel prostupu tepla	23
9 Stavební akustika a ochrana před hlukem.....	24
9.1 Rozbor akustické situace, zdroje hluku	24
9.2 Posouzení konstrukcí z hlediska akustiky	25

9.3	Posouzení hlukové situace.....	25
9.4	Závěrečné posouzení hlukové situace a porovnání s požadavky	27
10	Denní osvětlení a proslunění.....	28
10.1	Popis místností.....	28
10.2	Denní osvětlení	30
10.3	Proslunění objektu.....	31
11	Energetická náročnost budovy.....	32
12	Zdravotně technické instalace.....	33
12.1	Potřeba pitné vody	33
12.2	Produkce odpadních vod.....	33
12.3	Potřeba nepitné vody, návrh využití dešťové vody a návrh akumulční nádrže s vsakovacími bloky.....	33
13	Vytápění a ohřev teplé vody.....	35
13.1	Návrh tepelného čerpadla a bivalentního zdroje tepla.....	35
13.2	Návrh zásobníkového ohříváče teplé vody.....	36
13.3	Návrh akumulční nádrže.....	37
13.4	Podlahové vytápění.....	37
13.5	Oběhová čerpadla.....	38
13.6	Pojistné zařízení.....	38
14	Větrání.....	38
14.1	Vzduchotechnická jednotka.....	39
14.2	Distribuční prvky.....	40
15	Chlazení	40
16	Umělé osvětlení.....	40
17	Elektroinstalace	41
17.1	Fotovoltaika	41
18	Požárně bezpečnostní řešení.....	42
19	Vliv stavby na okolí	43
20	Dopravní řešení.....	43
21	Terénní úpravy a řešení vegetace	43
22	Orientační náklady.....	44
	Závěr	45
	Seznam použitých zdrojů	46
	Právní předpisy a normy	46

Skripta	47
Webové stránky.....	47
Programy.....	48
Seznam použitých zkratk a symbolů	48
Seznam použitých obrázků	49
Seznam použitých tabulek.....	49
Seznam příloh	50

ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je návrh Energeticky úsporného rodinného domu v Postřelmově. Obsahově je práce rozdělena na část návrhu z hlediska pozemního stavitelství a část návrhu objektu z hlediska technického zařízení budovy. Oběma částem je věnován stejný procentuální podíl.

Navrhovaným objektem je nízkoenergetický rodinný dům v Postřelmově určený čistě pro bydlení. Dům se nachází na severní Moravě v obci Postřelmov, nedaleko města Šumperk, kde je umístěn v nově vznikající zástavbě rodinných domů. Objekt je dvoupodlažní rodinný dům obdélníkového tvaru. Okna a vstupní dveře jsou plastová, šedé barvy. Fasáda disponuje v částech dřevěným obkladem, zbytek fasády je v bílé barvě. Zateplení obvodového keramického zdiva je provedeno zateplovacím systémem z minerální vaty. Ze severní strany je součástí objektu otevřené stání pro auta a z jižní a východní strany terasa. Střecha je plochá vegetační. Hlavním zdrojem je tepelné čerpadlo vzduch – voda, objekt tak bude vytápěn podlahovým vytápěním.

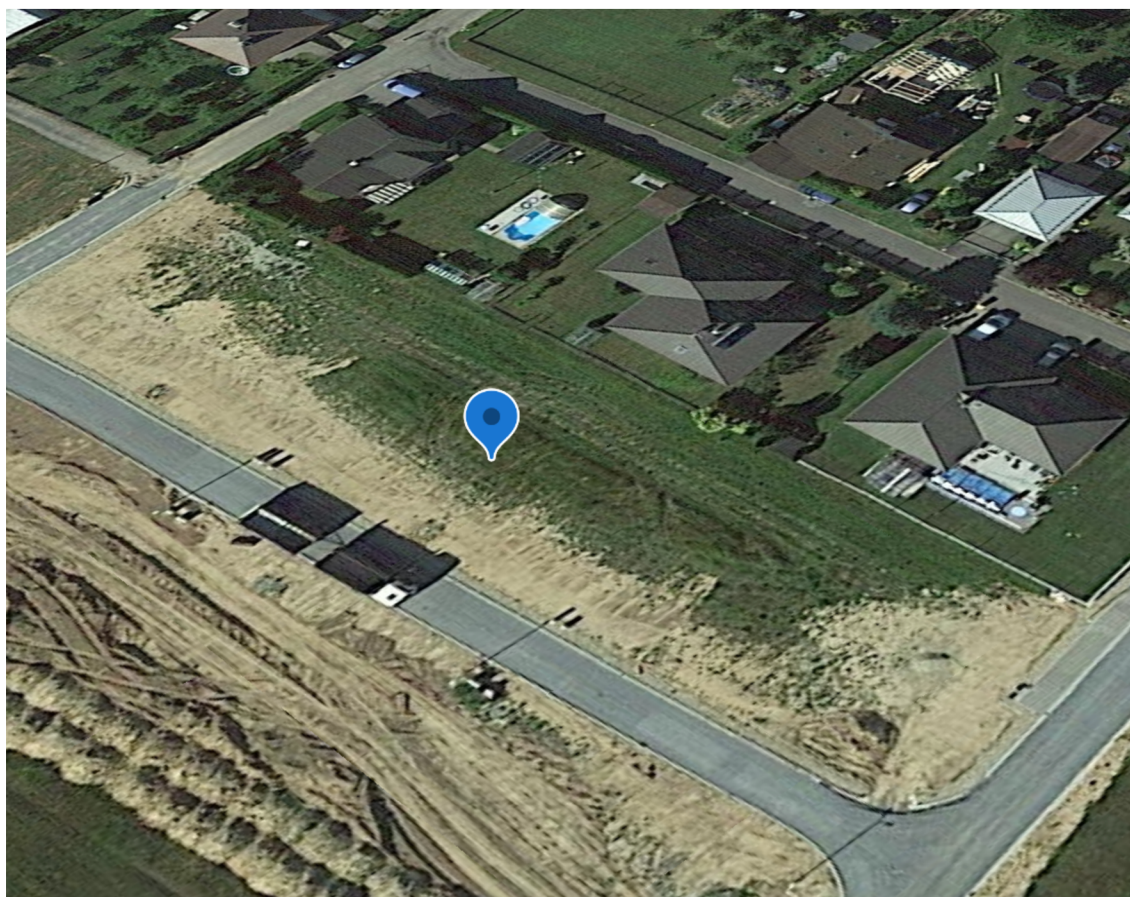
Hlavním cílem této bakalářské práce bylo navrhnout rodinný dům, který bude odpovídat parametrům budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

1 Stručná charakteristika lokality včetně seznamu dotčených pozemků

Stavební parcela: 1672/103
Katastrální území: Postřelmov [726176]
Výměra: 912 m²
Nezastavěná plocha: 912 m²
Typ parcely: Parcela katastru nemovitostí

Druh pozemku: Orná půda

Objekt bude zasazen v nově vznikající zástavbě rodinných domů, na okraji vesnice, které budou plynule navazovat na zástavbu stávající. Jelikož bude objekt v nově vznikající zástavbě, jeho architektonické ztvárnění nebude žádným způsobem narušovat své okolí. Pozemek je pod ochranou zemědělského půdního fondu, což znamená, že bude vyjmut a následně veden jako pozemek s možností výstavby. Budova bude prozatím sousedit jen s jedním rodinným domem.



Obrázek 1: Mapa s lokalitou pozemku

[\[https://earth.google.com/web/search/Na+Lužích,+Postřelmov/@49.8996549,16.9181208,281.2055664a,230.41479636d,35y,42.72001372h,55.32231544t,-Or/data=CigiJgokCVDapVes9UhAEeCN1q-380hAGT37hlz-7zBAIVqc9wMC7DBAOgMKATA\]](https://earth.google.com/web/search/Na+Lužích,+Postřelmov/@49.8996549,16.9181208,281.2055664a,230.41479636d,35y,42.72001372h,55.32231544t,-Or/data=CigiJgokCVDapVes9UhAEeCN1q-380hAGT37hlz-7zBAIVqc9wMC7DBAOgMKATA)

1.1 Seznam dotčených pozemků

Tabulka 1: Seznam dotčených pozemků

Parcelní číslo	Vlastník	Výměra [m ²]	Druh pozemku
2761/11	Obec Postřelmov	1919	Orná půda
2873/12	Obec Postřelmov	988	Orná půda
7876/10	Obec Postřelmov	894	Orná půda
2341/9	Osobní vlastnictví	215	Zastavěná plocha a nádvoří

2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Stavební objekty:

- S001 – Rodinný dům
- S002 – Zpevněné plochy parcely
- S003 – Nezpevněné plochy parcely

Inženýrské objekty:

- I001 – Přípojka silového vedení NN
- I002 – Přípojka vodovodní
- I003 – Přípojka kanalizační
- I004 – Akumulační nádrž na dešťovou vodu

Technologické objekty:

- T001 – FVE na střeše rodinného domu

3 Navrhované kapacity stavby

Zastavěná plocha:	238,18 m ²
Obestavěný prostor:	956 m ³
Užitná plocha:	207,15 m ²
Počet funkčních jednotek:	1 bytová jednotka
Počet uživatelů stavby:	4 osoby

4 Architektonické a tvarové řešení stavby

Objekt je dvoupodlažní rodinný dům obdélníkového tvaru. Okna a vstupní dveře jsou plastová, šedé barvy. Fasáda disponuje v částech dřevěným obkladem, zbytek fasády je v bílé barvě. Ze severní strany je součástí objektu otevřené stání pro auta a z jižní a východní strany terasa tvaru „L“. Střecha je plochá a vegetační. Objekt se tak svým moderním vzhledem hodí do nově vznikající zástavby.

5 Dispoziční a provozní řešení

Rodinný dům je navržen jako samostatně stojící objekt o maximálních rozměrech 12,51 x 13,19 m a bude sloužit k trvalému bydlení. Přístup k objektu zajišťuje příjezdová cesta, která je propojena s místní obslužnou komunikací.

Hlavní vstup do domu je umístěn v prvním nadzemním podlaží na severní straně. Hlavní vstup je krytý závětrím. Za vstupem se nachází zádveří s chodbou, která má po pravé straně spíž. Z chodby je také hlavní přístup do obývacího pokoje s kuchyní. Tyto místnosti tvoří jeden otevřený prostor a jsou orientovány převážně na jižní stranu. Vedle obývacího pokoje leží ložnice se samostatnou šatnou.

Do objektu je také přístup z otevřeného stání pro auta. Za tímto vchodem se nachází technická místnost, ze které je přístup na samostatné WC.

Z obývacího pokoje vede do druhého nadzemního podlaží dřevěné schodiště s mezipodestou. Všechny obytné místnosti v tomto patře spojuje jedna chodba. Na jihovýchodní straně se nachází jeden dětský pokoj s šatnou přístupnou i z chodby. Na dětský pokoj navazuje pracovna. Strana severozápadní patří druhému dětskému pokoji se samostatnou šatnou. Druhé patro také disponuje samostatným WC a koupelnou.

6 Bezbariérové užívání stavby

Dle vyhlášky č. 398/2009 Sb., která stanoví obecné technické požadavky zabezpečující bezbariérové užívání staveb, není vyžadováno, aby tato konkrétní stavba byla bezbariérově přístupná. Tato vyhláška je odkazována zákonem č. 283/2021 Sb.

7 Konstrukční a materiálové řešení

7.1 Základové konstrukce

Konstrukce základů jsou vytvořeny ze základových pasů z prostého betonu C 20/25. Rozměry pasů sjednoceny na ŠxV: 1000x500 mm a ztraceného bednění zalévaného betonem o rozměrech ŠxVxD: 400x250x500 mm.

Základové konstrukce přilehlé terasy a otevřeného stání jsou založeny na zemních vrutech. Vrut pro založení otevřeného stání je o délce 1300 mm a vrut pro terasu o rozměru 850 mm.



Obrázek 2: Zemní vrut <http://www.zemnivruty-krinner.cz/pdf/technicke-listy.pdf/>

7.2 Svislé nosné konstrukce

Obvodový plášť je tvořený cihelnými tvárnicemi (ref. výrobek Porotherm 38 Profi Dryfix) tl. 380 mm a tepelnou izolací z minerální vaty (ref. výrobek Isover TF Profi) tl. 200 mm. Cihelné bloky jsou ukládány na pěnu od daného výrobce. V částech fasády je dřevěný obklad ze sibiřského modřínu.

Svislé nosné konstrukce terasy a otevřeného stání jsou tvořeny z KVH hranolů o síle 150 mm.

Vnitřní nosné stěny tvořeny cihelnými tvárnicemi (ref. výrobek Porotherm 30 Profi Dryfix) tl. 300 mm. Cihelné bloky jsou opět ukládány na pěnu od daného výrobce.

7.3 Vodorovné nosné konstrukce

Stropní konstrukce je navržena z předpjatých betonových panelů Spiroll.

Po obvodu stěn je navržen věnec o výšce 250 mm a tloušťce 380 mm.

7.4 Schodiště a rampy

V objektu je navrženo pouze vnitřní dřevěné schodiště s mezipodestou. Šířka jednoho ramene je vypočtena na 1100 mm, celkový počet schodů je 20. Výška schodišťového stupně je 164 mm a šířka stupně je 300 mm.

V objektu se nenachází žádné rampy.

7.5 Svislé nenosné konstrukce

V prvním patře jsou navrženy příčky tvořeny cihelnými tvárnicemi (ref. výrobek Porothem 11,5 Aku Profi Dryfix) tl. 115 mm. Cihelné bloky jsou ukládány na pěnu od daného výrobce.

Předstěny a příčky v druhém patře jsou tvořeny SDK protipožárními modrými deskami s kovovým roštem vyplněným akustickou izolací ze skelných vláken.

7.6 Konstrukce zastřešení

Konstrukce střechy je tvořena předpjatými betonovými panely, spádováno pomocí perlit betonu o min tl. 50 mm. Tepelná izolace z PIR desek tl. 200 mm a skladbou extenzivní vegetační střechy.

7.7 Klempířské a zámečnické prvky

Klempířské prvky v objektu jsou zastoupeny především ve formě parapetů z pozinkovaného plechu s povrchovou úpravou RAL 7011 a dále oplechování střešních otevřených stání pro auta a terasy. Střechy těchto objektů budou opatřeny příslušným žlabem s hákem a svislým svodem.

Mezi zámečnické prvky se řadí ocelové madlo schodiště.

7.8 Výplně otvorů

Navrhované výplně v obvodovém plášti jsou plastová okna a hlavní vstupní dveře s vedlejšími vstupními dveřmi. Plastová okna s izolačním trojsklem (ref. výrobek Veka Alphaline 90 MD) $U_f = 0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$, zasklení: argon, $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,47$ stínění exteriérovými roletami, umístěnými v kastlíku v zateplení fasády. Povrchová úprava je zajištěna kašírováním a nástřikem RAL 7011. Kotvení výplní otvorů pomocí pásových kotev. Specifikace výplní viz A.4.14 Výpis výplní otvorů.

Vnitřní výplně jsou tvořeny především otevíravými dveřmi a o šířce průchodu 800 mm a posuvnými dveřmi o šířce průchodu také 800 mm. Materiálem veškerých těchto výplní je dřevo, u posuvných dveří navíc kovový rám.

7.9 Podlahy, úpravy povrchů

Objekt disponuje dvěma způsoby povrchové úpravy, a to nášlapnou vrstvou v podobě keramické dlažby a druhou variantou je povrchová úprava s nášlapnou vrstvou z vinylu. Keramická dlažba je navržena do koupelen na WC a na chodbě spolu s technickou místností. Vinyl je poté navržen do obytných částí, jako je například obývací pokoj a dětské pokoje. V celém rodinném domě je navrženo podlahové vytápění.

V exteriéru je navržena povrchová úprava ve formě zámkové dlažby, která je u otevřeného stání a částečně okolo objektu. Na terase jsou užitá terasová prkna ze sibiřského modřínu, uložená na distančních položkách. Podrobnější popis skladeb viz A.4.15 Výpis skladeb.

7.10 Hydroizolace

Proti pronikání spodní vody a radonu do objektu je nad podkladním betonem ve dvou vrstvách umístěn hydroizolační asfaltový pás. Tento hydroizolační pás je také aplikován po celém obvodu soklu, který je v kontaktu se zemí a je vytažen alespoň 300 mm nad úroveň přilehlého terénu.

Hydroizolace vegetační střechy je pomocí folie určené k mechanickému kotvení. Vrstvy jsou doplněny o SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny, který je bodově připevněn k nosné konstrukci.

7.11 Tepelné a akustické izolace

Tepelná a akustická izolace v navrhovaném objektu se dá rozdělit do několika skupin. Spodní část stavby, kde se jedná o podlahu na terénu je složena z tepelné izolace z PIR o tl. 150 mm a kročejové izolace s podlahovým vytápěním o tl. 40 mm.

U svislé části spodní stavby obvodového zdiva je navržena tepelná izolace z XPS desek o tl. 200 mm.

Součástí obvodového pláště je zateplení z minerální vaty o tl. 200 mm. Oproti deskám z EPS má lepší požárně bezpečnostní vlastnosti a příznivé tepelně izolační vlastnosti.

Podlahové konstrukce v druhém patře jsou opatřeny akustickou izolací z čedičové vlny o tl. 40 mm pro lepší akustické vlastnosti.

Střešní konstrukce je zateplena pomocí PIR desek o tl. 200 mm. PIR desky mají velice příznivé tepelně technické vlastnosti. Nevýhodou může být vyšší cena, pro řešení tohoto projektu však byly navrženy.

8 Stavební tepelná technika

8.1 Popis a skladba konstrukcí

Pro tepelně technické posouzení byly vybrány tyto 4 navržené skladby, které tvoří obálku budovy.

PDL(z)-1: Podlaha na terénu 1.NP - vinylová podlaha							
Vnitřní konstrukce:						NE	
Charakter konstrukce:						Podlaha (tepelný tok dolů)	
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE	
Konstrukce ve styku se zeminou:						ANO (podlaha na terénu)	
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]
1	Vínyl	0,0020	0,170	-	900	1 390	50 000,0
2	podlahový potěr/mazanina	0,0500	1,300	-	1 020	2 200	20,0
3	Isover N	0,0400	0,036	-	800	100	1,0
4	PIR s povrchovou úpravou z hliníkové fólie	0,1500	0,022	-	1 500	32	60,0
5	betonová mazanina	0,1500	1,300	-	1 020	2 200	20,0

Obrázek 3: Skladba podlahy na terénu – vinyl [A.6.5.1 Protokol tepelně technického posouzení konstrukce objektu]

PDL(z)-2: Podlaha na terénu 1.NP - keramická dlažba							
Vnitřní konstrukce:						NE	
Charakter konstrukce:						Podlaha (tepelný tok dolů)	
Konstrukce dvoupášířová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE	
Konstrukce ve styku se zemínou:						ANO (podlaha na terénu)	
Součínitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součínitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]
1	Keramická dlažba	0,0085	1,010	-	840	2 000	200,0
2	podlahový potěr/mazanina	0,0500	1,300	-	1 020	2 200	20,0
3	Isover N	0,0400	0,036	-	800	100	1,0
4	PIR s povrchovou úpravou z hliníkové fólie	0,1500	0,022	-	1 500	32	60,0
5	betonová mazanina	0,1500	1,300	-	1 020	2 200	20,0

Obrázek 4: Skladba podlahy na terénu – keramická dlažba [A.6.5.1 Protokol tepelně technického posouzení konstrukce objektu]

STN-3: Obvodová stěna s tenkovrstvou omítkou							
Vnitřní konstrukce:						NE	
Charakter konstrukce:						Stěna (vodorovný tepelný tok)	
Konstrukce dvoupášířová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE	
Konstrukce ve styku se zemínou:						NE	
Součínitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součínitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]
1	weberdur - štuk IN	0,0020	0,847	-	790	1 560	15,0
2	CEMIX jádrová omítká 2010	0,0150	0,810	-	850	1 600	30,0
3	Porotherm 38 Profi Dryfix	0,3800	0,111	-	1 000	780	5,0
4	ISOVER TF Profi	0,2000	0,037	-	800	95	1,0
5	weberpas - extraClean	0,0010	0,880	-	900	1 700	20,0

Obrázek 5: Skladba obvodové stěny [A.6.5.1 Protokol tepelně technického posouzení konstrukce objektu]

STR-4: Vegetační střecha							
Vnitřní konstrukce:						NE	
Charakter konstrukce:						Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)	
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:						NE	
Konstrukce ve styku se zemínou:						NE	
Součinitel prostupu tepla stanoven:						výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]
1	Panel SPIROLL	0,2000	1,200	-	1 020	1 200	23,0
2	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0,0080	0,210	-	1 470	1 400	29 000,0
3	Beton z perlitu (300)	0,0500	0,091	-	1 150	300	9,0
4	PIR s povrchovou úpravou z hliníkové fólie	0,2000	0,022	-	1 500	32	60,0
5	DEKSEPAR tl. 0,20 mm	0,0002	0,350	-	1 470	1 470	100 000,0
6	mPVC hydroizolační fólie	0,0150	0,160	-	960	1 400	20 000,0
7	DEKSEPAR tl. 0,20 mm	0,0002	0,350	-	1 470	1 470	100 000,0

Obrázek 6: Skladba vegetační střechy [A.6.5.1 Protokol tepelně technického posouzení konstrukce objektu]

8.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Tabulka 2: Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Posuzovaná konstrukce v ploše a kritické detaily	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
Skladba PDL1 – podlaha na zemině – vinyl	0,965	0,402	Vyhovuje
Skladba PDL2 – podlaha na zemině – keramická dlažba	0,965	0,402	Vyhovuje
Skladba STN3 – Obvodová stěna	0,968	0,757	Vyhovuje
Skladba STR4 – Vegetační střecha	0,971	0,757	Vyhovuje

8.3 Součinitel prostupu tepla U

Tabulka 3: Součinitel prostupu tepla U

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Normová hodnota U _N [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Posouzení
Skladba PDL1 – podlaha na zemině – vinyl	0,141	0,30	Vyhovuje
Skladba PDL2 – podlaha na zemině – keramická dlažba	0,141	0,30	Vyhovuje
Skladba STN3 – Obvodová stěna	0,131	0,25	Vyhovuje
Skladba STR4 – Vegetační střecha	0,119	0,16	Vyhovuje

8.4 Pokles dotykové teploty podlahy

Tabulka 4: Pokles dotykové teploty podlahy

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_{10}$ [°C]	Požadovaná hodnota $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]	Posouzení
Skladba PDL1 – podlaha na zemině – vinyl	7,32	IV. od 6,9	IV. Studené
Skladba PDL2 – podlaha na zemině – keramická dlažba	7,73	IV. od 6,9	IV. Studené

Poznámka: Stanoveno pro podlahu přilehlou k zemině s podlahovým vytápěním. V podlaze je vedeno podlahové vytápění. V koupelně budou koupelnové předložky pro zvýšení komfortu.

8.5 Zkondenzované množství vodní páry

Tabulka 5: Zkondenzované množství vodní páry

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota M _c [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Požadavek M _{c,N} [kg·m ⁻² ·a ⁻¹]	Posouzení
Skladba STN3 – Obvodová stěna	0,000	0,100	Vyhovuje
Skladba STR4 – Vegetační střecha	0,004	0,100	Vyhovuje

8.6 Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti

Tabulka 6: Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti

Posuzovaná konstrukce	Roční množství kondenzátu M_c [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$]	Roční kapacita odparu M_{av} [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$]	Posouzení
Skladba STR4 – Vegetační střecha	0,008	0,008	Vyhovuje

8.7 Opatření pro zajištění tepelné stability v letním období

Před okna budou instalovány venkovní rolety s elektrickým ovládáním. Obvodové stěny jsou navrženy ze zděných konstrukcí tloušťky 380 mm. Stropní konstrukce jsou navrženy jako předpjaté betonové stropní panely se závěsnými podhledy.

8.8 Zajištění vzduchotěsnosti obvodového pláště

Zděné obvodové konstrukce budou na vnitřním líci plnoplošně omítnuty. Drážky v obvodových stěnách typu THERM budou před uložením instalací vymaltovány. Výplně otvorů budou osazeny dle ČSN 74 6077.

8.9 Průměrný součinitel prostupu tepla

Dle ČSN 73 0540-2 je maximální průměrný součinitel prostupu tepla roven hodnotě $U_{em,N} = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vypočtená hodnota pro navrhovaný rodinný dům činí $U_{em} = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$, což dokazuje, že je požadavek splněn a tedy $U_{em,N} > U_{em}$.

Průměrný součinitel prostupu tepla dle vyhlášky 264/2020 Sb.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Zóna / budova	$U_{em,Z,R}$	$U_{em,Z}$	Poměr $U_{em,Z}/U_{em,R}$
	$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	
Z1 - Rodinný dům_přirozené větrání	0,266	0,186	69,95 %
budova celkem	0,266	0,186	69,95 %
budova splňuje požadavek $U_{em,R}$ vybrané referenční budovy:			ANO

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	$U_{em,R,class}$	U_{em}	Klasifikační třída
	$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	
Budova celkem	0,266	0,186	A

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} \leq 0,70 \cdot U_{em,R,class}$	mimořádně úsporná
B	$0,70 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 0,90 \cdot U_{em,R,class}$	velmi úsporná
C	$0,90 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,20 \cdot U_{em,R,class}$	úsporná
D	$1,20 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,70 \cdot U_{em,R,class}$	méně úsporná
E	$1,70 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,30 \cdot U_{em,R,class}$	nehospodárná
F	$2,30 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,90 \cdot U_{em,R,class}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,90 \cdot U_{em,R,class}$	mimořádně nehospodárná

Obrázek 7: Výsledky průměrného součinitele prostupu tepla [viz příloha B.3 PENB]

Všechny navrhované konstrukce, které byly posuzovány vyhověly na dané požadavky dle příslušných norem a vyhlášek.

9 Stavební akustika a ochrana před hlukem

9.1 Rozbor akustické situace, zdroje hluku

Stavba se nachází v klidné části obce s nově vznikající zástavbou rodinných domů. Jediným zdrojem hluku v okolí je místní komunikace.

Bodovým zdrojem hluku je Tepelné čerpadlo Buderus Logatherm WLW156-8 MB AR, které má hladinu akustického výkonu 58 dB.

Situace se zakreslením všech zdrojů, umístění objektu a stávající zástavby je v příloze A.6.1 Hluková studie.

9.2 Posouzení konstrukcí z hlediska akustiky

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

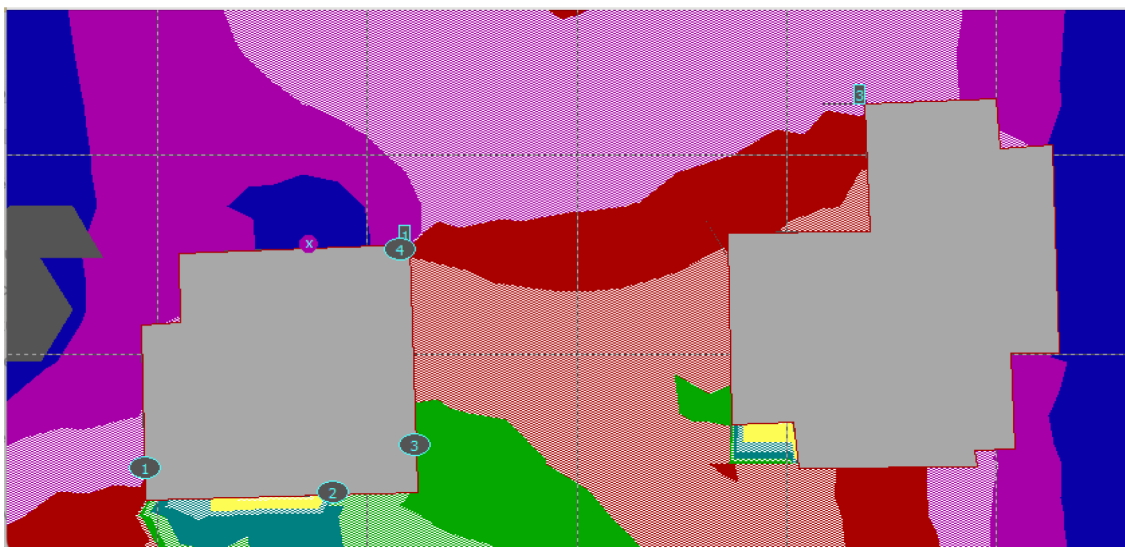
Tabulka 7: Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných konstrukcí

Konstrukce – typ, popis	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek ČSN 73 0532 (dB)	
	R'_{w}	$L'_{w,N}$	min. R'_{w}	max. L'_{w}
Strop nad obytnými místnostmi	65	44	54	53
Stěna mezi obytnými místnostmi	57	-	40	-

Navržené a výpočtem ověřené konstrukce uvedených skladeb z hlediska zvukoizolačních vlastností budou splňovat požadavky platné legislativy za uvedených podmínek v kapitole 8.1. přílohy A.6.1 Zhodnocení konstrukcí z hlediska stavební fyziky.

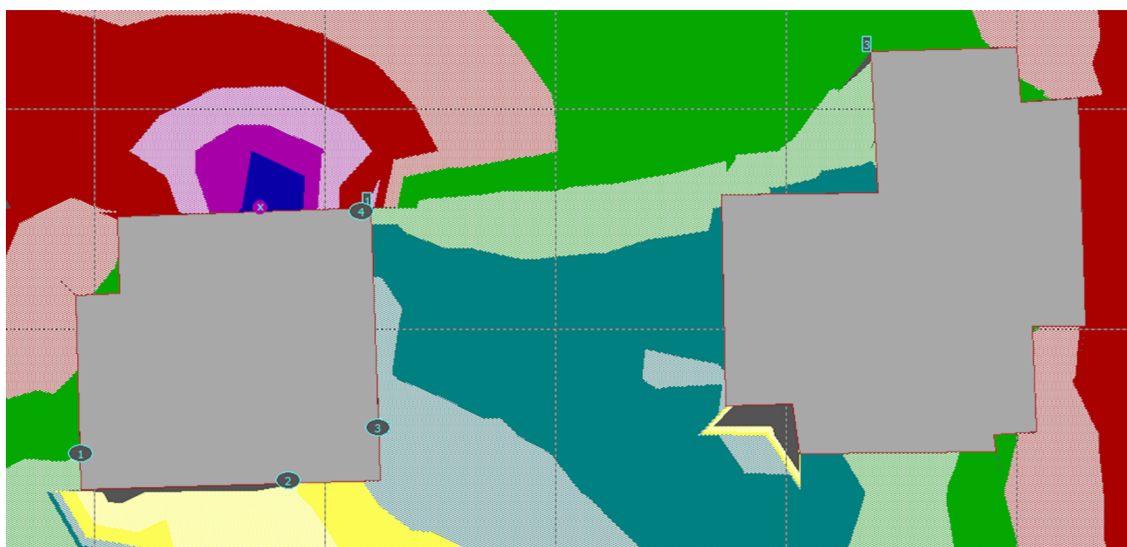
9.3 Posouzení hlukové situace

Hluková mapa pro den



Obrázek 9: Hluková mapa pro den z programu Hluk+ [autor]

Hluková mapa pro noc



Obrázek 10: Hluková mapa pro noc z programu Hluk+ [autor]

Tabulka bodů výpočtu pro den

TABULKA		BODŮ		VÝPOČTU				(DEN)	
Č.	výška	Souřadnice		LAeq (dB)			předch.	měření	
				doprava	průmysl	celkem			
1	3.0	79.4;	64.3	36.0	1.1	36.0	(20.6)		
2	3.0	88.4;	63.1	22.8	1.8	22.8	(29.8)		
3	5.0	92.3;	65.5	30.1	2.2	30.1	(30.9)		
4	3.0	91.6;	75.3	34.4	9.6	34.5	(25.3)		

Výpočet po frekvencích: Ne (^F4-přepni)

Obrázek 11: Výsledky pro den z programu Hluk+ [autor]

Tabulka bodů výpočtu pro noc

TABULKA		BODŮ		VÝPOČTU				(NOC)	
Č.	výška	Souřadnice		LAeq (dB)			předch.	měření	
				doprava	průmysl	celkem			
1	3.0	79.4;	64.3	28.9	0.2	28.9	(36.0)		
2	3.0	88.4;	63.1	12.9	1.8	13.3	(22.8)		
3	5.0	92.3;	65.5	20.6	2.7	20.6	(30.1)		
4	3.0	91.6;	75.3	23.9	9.0	24.0	(34.5)		

Výpočet po frekvencích: Ne (^F4-přepni)

Obrázek 12: Výsledky pro noc z programu Hluk+ [autor]

9.4 Závěrečné posouzení hlukové situace a porovnání s požadavky

Celkové posouzení hlukové situace pro den a noc bodech 1 a 4.

Požadavek dle nařízení vlády je 50 dB pro den a 40 dB pro noc.

Den	Noc
36,0 < 50 dB	28,9 < 40 dB
34,5 < 50 dB	24,0 < 40 dB

Body vyhovují na požadavek.

Vliv navrženého TČ na sousední objekt, kde vyhláška stanovuje limit na 50 dB pro den a 40 dB pro noc. Body jsou obvykle hodnoceny na fasádě sousedních objektů v úrovni oken do obytných místností. V tomto případě však objekt vzniká v nové zástavbě a v okolí je nejbližší pouze jeden rodinný dům, který hluk z tepelného čerpadla neovlivňuje, jelikož je TČ umístěno v dostatečné vzdálenosti a mimo dosah tohoto rodinného domu.

Na základě posouzení a následného vyhodnocení vnitřních konstrukcí objektu „Energeticky úsporný rodinný dům v Postřelmově“ podle požadavků ČSN 73 0532:2020 lze konstatovat, že všechny navržené vnitřní konstrukce splňují požadavky z hlediska vzduchové a kročejové neprůzvučnosti.

Z porovnání vypočtených předpokládaných hladin akustického tlaku ve sledovaných bodech v chráněném venkovním prostoru stavby „Energeticky úsporný rodinný dům v Postřelmově“ z provozu všech zdrojů hluku s hygienickými limity je zřejmé, že v denní a noční době je limit prokazatelně dodržen.

10 Denní osvětlení a proslunění

10.1 Popis místností

Posouzení denního osvětlení bylo provedeno pro následující místnosti.

107 Ložnice (1.NP)

Rozměr místnosti 3,88 x 3,54 m, světlá výška 2,65 m. Výška parapetu 1,25 m. Velikost okna 1,5 x 1,2 m. Dále velikost francouzského okna 1,5 x 2,5 m.

Hodnoty pro výpočet

celková plocha okna $A_{c1} = 1,8 \text{ m}^2$
 $A_{c2} = 3,75 \text{ m}^2$

součinitel konstrukce okna $\tau = 0,74$

koeficient konstrukce otvoru 0,82
0,75

Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 1250 mm nad podlahou. Stínící vnější překážkou je část venkovní terasy.

105 Obývací pokoj s kuchyní (1.NP)

Rozměr místnosti 3,75 x 12,025 m, světlá výška 2,65 m. Výška parapetu 1,25 m. Velikost okna 2 x 1,2 m. Velikost druhého okna 2,5 x 1,2 m. Velikost dvou HS portálů 3 x 2,5 m.

Hodnoty pro výpočet

celková plocha okna $A_{c1} = 2,4 \text{ m}^2$
 $A_{c2} = 3,0 \text{ m}^2$
 $A_{c3} = 7,5 \text{ m}^2$
 $A_{c4} = 7,5 \text{ m}^2$

součinitel konstrukce okna $\tau = 0,74$

koeficient konstrukce otvoru 0,87
0,87
0,77
0,77

Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 1250 mm nad podlahou. Stínící překážky je terasa na jižní a východní straně.

204 Dětský pokoj (2.NP)

Plocha místnosti 16,5 m², světlá výška 2,65 m. Výška parapetu 1,25 m. Velikost okna 2,5 x 1,2 m. Počet oken – 2.

Hodnoty pro výpočet

celková plocha okna	$A_{c1} = 3,0 \text{ m}^2$ $A_{c2} = 3,0 \text{ m}^2$
součinitel konstrukce okna	$\tau = 0,74$
koeficient konstrukce otvoru	0,79 0,79

Stínící překážky v přímém okolí nejsou (viz. informace objednatele). Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 1250 mm nad podlahou.

205 Pracovna (2.NP)

Rozměr místnosti 2,66 x 3,88 m, světlá výška 2,65 m. Okno velikosti 1,5 x 1,2 m s parapetem 1,25 m v jižní stěně fasády. Zasklení je jednoduché s izolačním trojsklem, otočné křídlo.

Hodnoty pro výpočet

celková plocha okna	$A_{c1} = 1,8 \text{ m}^2$
součinitel konstrukce okna	$\tau = 0,74$
konstrukce otvoru	0,75

Stínící překážky v přímém okolí nejsou (viz. informace objednatele). Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 1250 mm nad podlahou.

208 Dětský pokoj (2.NP)

Plocha místnosti 16,4 m², světlá výška 2,65 m. Výška parapetu 1,25 m Velikost okna 2,5 x 1,2 m. Počet oken – 2.

Hodnoty pro výpočet

celková plocha okna	$A_{c1} = 3,0 \text{ m}^2$ $A_{c1} = 3,0 \text{ m}^2$
součinitel konstrukce okna	$\tau = 0,74$
koeficient konstrukce otvoru	0,79 0,79

Stínící překážky v přímém okolí nejsou (viz. informace objednatele). Výška srovnávací roviny sledovaných bodů je 1250 mm nad podlahou.

Činitelé odrazu světla jednotlivých ploch místností a exteriéru byly použity dle doporučení [9] následující:

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

Sledovaná horizontální rovina v místnostech byla volena ve výšce 1250 mm nad podlahou.

10.2 Denní osvětlení

Na základě provedeného výpočtu a ověření hodnot činitele denního osvětlení lze konstatovat, že posuzované místnosti:

107 Ložnice – splňuje požadavky dle ČSN EN 17 037:2019 na hodnotu č. d. o. v celé ploše místnosti.

105 Obývací pokoj s kuchyní – splňuje požadavky dle ČSN EN 17 037:2019 na hodnotu č. d. o. v celé ploše místnosti.

204 Dětský pokoj – splňuje požadavky dle ČSN EN 17 037:2019 na hodnotu č. d. o. v celé ploše místnosti.

205 Pracovna – splňuje požadavky dle ČSN EN 17 037:2019 na hodnotu č. d. o. v celé ploše místnosti.

208 Dětský pokoj – splňuje požadavky dle ČSN EN 17 037:2019 na hodnotu č. d. o. v celé ploše místnosti.

V obytných místnostech bude prokazatelně splněn požadavek dle ČSN 73 050 ve znění Z1:2019.

10.3 Proslunění objektu

Na základě posouzení a následného vyhodnocení objektu „Energeticky úsporný rodinný dům v Postřelmově“ z hlediska proslunění lze konstatovat, že:

Okenní výplně obytných místností splňují požadavek dle ČSN 73 4301 ve znění Z4:2019, článek 4.3.2 a), neboť plocha okna je větší než 1/10 plochy podlahy obytné místnosti.

Po realizaci stavby „Energeticky úsporný rodinný dům v Postřelmově“ bude požadavek dle ČSN 73 4301 ve znění Z4:2019, článek 4.3.2 c) prokazatelně splněn ve všech obytných místnostech, tj. doba proslunění dne 1. března je pro vybranou kritickou místnost:

Bod 1 – místnost 107 Ložnice – 321 minut > 90

Bod 2 – místnost 105 Obývací pokoj s kuchyní – 730 minut > 90 minut

Bod 3 – místnost 204 Dětský pokoj – 608 minut > 90 minut

Bod 4 – místnost 205 Pracovna – 390 minut > 90 minut

Bod 5 – místnost 208 Dětský pokoj – 581 minut > 90 minut

Poznámka: Posouzení se týká konkrétních zadaných skladeb konstrukcí a typů oken. Při jakékoli změně velikosti a typu oken a posuzovaných skladeb je tento výpočet neplatný.

Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Proslunění
1.1 - 107 - Ložnice					
Činitel denní osvětlenosti	2,5 / 0,7 %	3,0 / 0,9 %	3,4 %	0,75	
Proslunění					5:21 / 1:30
1.2 - 105 - Obývací pokoj s kuchyní					
Činitel denní osvětlenosti	5,0 / 0,7 %	6,9 / 0,9 %	8,8 %	0,57	
Proslunění					12:10 / 1:30
2.2 - 204 - Dětský pokoj					
Činitel denní osvětlenosti	3,0 / 0,7 %	5,0 / 0,9 %	7,0 %	0,43	
Proslunění					10:08 / 1:30
2.3 - 205 - Pracovna					
Činitel denní osvětlenosti	1,9 / 0,7 %	1,9 / 0,9 %	1,9 %	1	
Proslunění					6:30 / 1:30
Činitel denní osvětlenosti	1,9 / 0,7 %	1,9 / 0,9 %	1,9 %	1	
Proslunění					6:30 / 1:30
2.4 - 208 - Dětský pokoj					
Činitel denní osvětlenosti	3,2 / 0,7 %	5,1 / 0,9 %	6,9 %	0,47	
Proslunění					9:41 / 1:30
Činitel denní osvětlenosti	3,2 / 0,7 %	5,1 / 0,9 %	6,9 %	0,47	
Proslunění					9:41 / 1:30

Obrázek 13: Výsledky denního osvětlení a proslunění z programu Building Design [autor]

11 Energetická náročnost budovy

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

Všechny navržené konstrukce a kritické detaily splňují požadavek na hodnotu teplotního faktoru vnitřního povrchu;

Všechny navržené konstrukce vyhověly z hlediska šíření tepla, tj. je splněn požadavek na hodnotu součinitele prostupu tepla;

Vybrané podlahové konstrukce splňují požadavek na hodnotu poklesu dotykové teploty vždy v závislosti na účelu místnosti, kde se nachází;

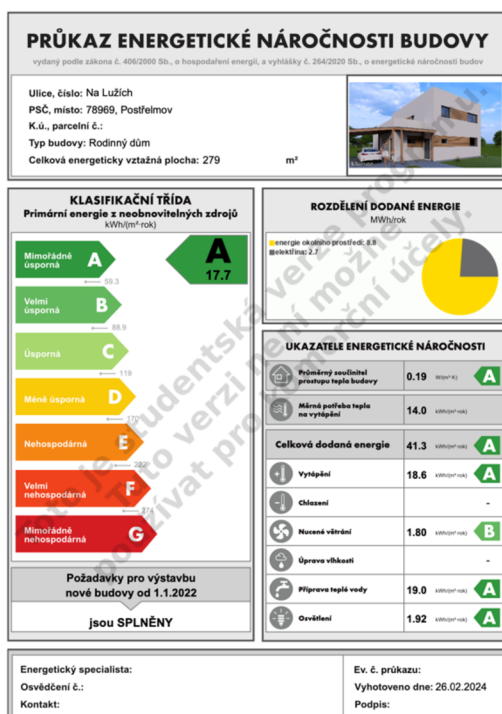
Všechny konstrukce vyhoví na požadavky šíření vlhkosti konstrukcí;

Byly splněny normové požadavky z hlediska šíření vzduchu konstrukcí a budovou;

Zvolená kritická místnost objektu splňuje požadavek na tepelnou stabilitu místnosti v letním období za užití vnějších rolet na oknech;

Byl splněn normový požadavek na prostup tepla obálkou budovy:

Objekt byl posouzen z hlediska prostupu tepla obálkou budovy a je dle ČSN 73 0540-2:2011 zařazen do klasifikační třídy A – mimořádně úsporná. Následně byl zpracován energetický štítek obálky budovy. Dle Vyhlášky 264/2020 Sb. je objekt zařazen do A klasifikační třídy energetické náročnosti budovy, viz příloha B.3 PENB



Obrázek 14: Průkaz energetické náročnosti [Příloha B.3 Grafické znázornění PENB]

12 Zdravotně technické instalace

12.1 Potřeba pitné vody

Počet obyvatel domu – $n = 4$ osoby

Průměrná denní potřeba vody – $Q_{dp} = 400 \text{ l} \cdot \text{den}^{-1}$

Maximální denní potřeba vody – $Q_{dmax} = 600 \cdot \text{den}^{-1}$

Maximální hodinová potřeba – $Q_{hmax} = 45 \cdot \text{h}^{-1}$

Roční potřeba – $Q_{rok} = 140 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$

Byla vypočtena denní a maximální potřeba vody pro navrhovaný rodinný dům, dále poté maximální hodinová potřeba vody s roční potřebou vody. Podrobnější informace o výpočtu jsou dostupné v příloze B.1.1 Výpočtová část TZB.

12.2 Produkce odpadních vod

Průměrný průtok odpadních vod: $Q_{24,m} = 140 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1} = 0,39 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$

Průměrný denní průtok: $Q = 0,0045 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$

Maximální průtok odpadních vod: $Q_{n,m} = 0,0324 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$

Hodnoty uvedené výše jsou opět podrobně vypočítány v příloze B.1.1 Výpočtová část TZB

Objekt bude napojen na místní vakuovou kanalizaci. Umístění viz koordinační situační výkres A.3.1.

12.3 Potřeba nepitné vody, návrh využití dešťové vody a návrh akumulární nádrže s vsakovacími bloky

Denní potřeba nepitné vody související s počtem osob - $D_{p,d} = 30 \text{ l} / (\text{osoba} \cdot \text{den})$. V objektu je uvažováno se čtyřmi osobami.

Potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení činí $1,0 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$ na jedno kropení. Zalévaná plocha je poté 465 m^2 (je uvažováno zalévání pouze prioritních ploch zahrady). Počet dní, kdy je voda využívána je 365, tato roční potřeba vody pro zalévání činí $60 \text{ l} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{rok})^{-1}$.

Půdorysný průmět sběrné plochy $A = 200 \text{ m}^2$ (vegetační střecha, terasa a otevřené stání). Dlouhodobý srážkový normál pro zadané území je $551 \text{ mm} \cdot \text{rok}^{-1}$ (data z ČHMÚ).

Denní potřeba nepitné vody byla stanovena na $585 \text{ l} \cdot \text{den}^{-1}$, tím pádem roční potřeba nepitné vody vychází $71\,700 \text{ l} \cdot \text{rok}^{-1}$. Maximální denní potřeba nepitné vody pro zalévání činí $155 \text{ l} \cdot \text{den}^{-1}$

Na základě těchto dat byla navržena akumulční nádrž o objemu 3300 l. Jedná se o podzemní samostatnou nádrž na dešťovou vodu. Podrobnější specifikace viz příloha B.1.1 Výpočtová část TZB.

Tabulka 8: Výpočet potřebného objemu vsakovacího zařízení

Doba trvání srážky t_c	Koeficient vsaku	Plocha vsaku	Retenční objem	Doba prázdnění vsakovacího zařízení
[min]	[-]	[m ²]	[m ³]	[h]
5	0,000010	7,7	0,8	6,13
10	0,000010	7,7	1,3	9,41
15	0,000010	7,7	1,6	11,37
20	0,000010	7,7	1,7	12,66
30	0,000010	7,7	2,0	14,17
40	0,000010	7,7	2,1	15,12
60	0,000010	7,7	2,3	16,34
120	0,000010	7,7	2,5	17,83
240	0,000010	7,7	2,3	16,89
360	0,000010	7,7	2,1	15,45
480	0,000010	7,7	1,9	14,01
600	0,000010	7,7	1,7	12,56
720	0,000010	7,7	1,5	11,12
1080	0,000010	7,7	0,9	6,80
1440	0,000010	7,7	0,2	1,67
2880	0,000010	7,7	0,0	0,00
4320	0,000010	7,7	0,0	0,00

Objem vsakovacího zařízení by měl být $2,5 \text{ m}^3$. Z hlediska návrhu je kritický déšť v délce trvání 2 h, potom se vsakovací zařízení bude prázdnit 21 h, což je v souladu s ČSN 75 9010. Je tedy navrženo 9 vsakovacích bloků. Podrobnější specifikace viz příloha B.1.1 Výpočtová část TZB.

13 Vytápění a ohřev teplé vody

13.1 Návrh tepelného čerpadla a bivalentního zdroje tepla

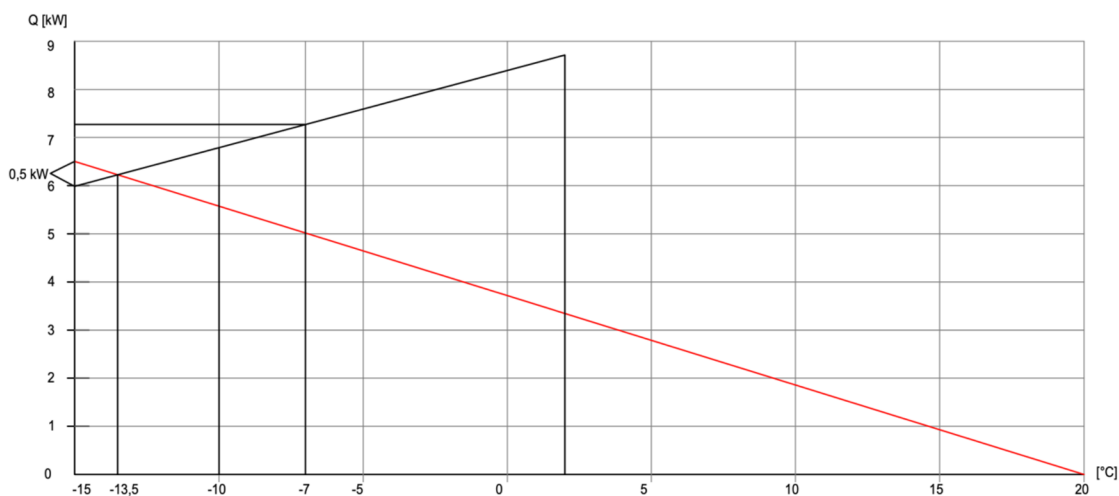
V objektu je navrženo tepelné čerpadlo vzduch – voda. Pro rodinný dům je potřeba tepla sestavena z přesných vypočtených tepelných ztrát místností (viz B.2.6.1 Tepelné ztráty objektu, dostupná ve složce B.2.6 Přílohy k návrhu a dimenzování vytápění) a výkonu potřebného pro přípravu teplé vody.

Minimální potřebný výkon tepelného čerpadla je $Q = 6,51$ kW. Navrženo tepelné čerpadlo vzduch – voda Buderus Logatherm WLW156-8 MB AR.

Tepelné čerpadlo má dle údajů z technického listu určené výkony pro A/W - - 10/35 a A/W-2/35, na základě těchto údajů byla vytvořena křivka tepelného výkonu závislá na teplotě venkovního vzduchu.

Bod bivalence je stanoven na $-13,5$ °C. Při -15 °C je výkon tepelného čerpadla 6 kW, ale pro objekt je potřebný výkon o hodnotě minimálně 6,51 kW. Proto byl navržen bivalentní zdroj s výkonem 0,5 kW.

Bivalentním zdrojem tepla je navržená topná tyč, umístěná v akumulční nádobě.



Obrázek 15: Graf pro návrh bivalentního zdroje tepla [autor]

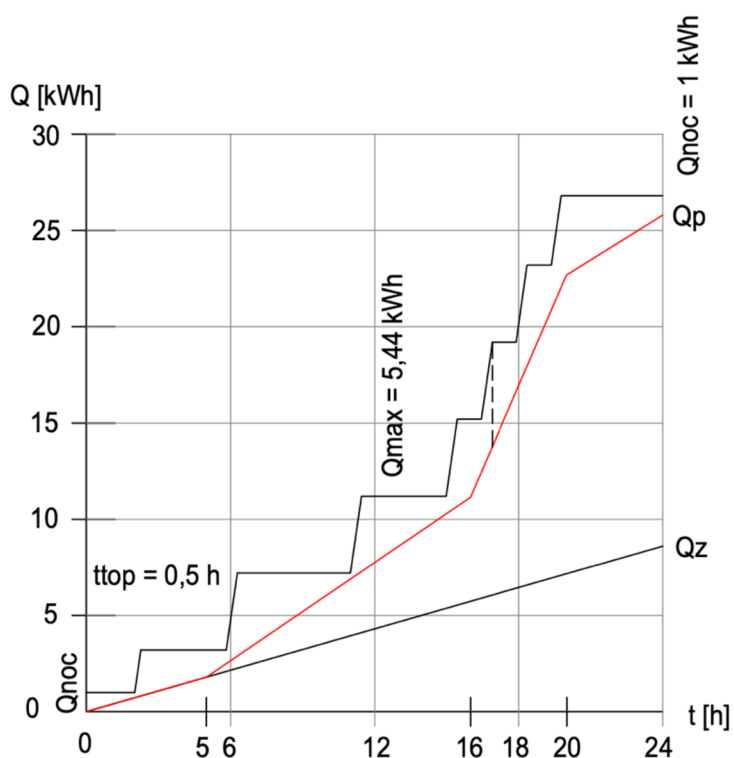
13.2 Návrh zásobníkového ohříváče teplé vody

Teplá voda v objektu bude využívána na sprchování, mytí rukou, mytí nádobí a na úklid. Pro přípravu teplé vody se uvažuje teplotní spád 65/55 °C. Výstupní teplota teplé vody je 55 °C.

Potřeba teplé vody stanovena na 17,2 kWh

Teplu ztracené při ohřevu a distribuci činí 8,6 kWh

Teplu dodané ohříváčem během dne je 25,8 kWh



Obrázek 16: Křivka odběru teplé vody [autor]

Jeden cyklus přednostního ohřevu má výkon 4 kWh a trvá 0,5 h. Časový rozestup mezi cykly je minimálně 1 h.

Navržen zásobník o objemu 208 l, plocha topné spirály je 2 m².

13.3 Návrh akumulční nádrže

V technické místnosti bude umístěna akumulční nádrž o objemu 500 l. Nádrž je opatřena vestavěnou elektrickou topnou tyčí a tepelnou izolací tloušťky 80 mm.

Nádrž je navržena z důvodu defrostu tepelného čerpadla.

Akumulční nádrž uchovává dostatek energie pro provoz ohřívače VZT a otopného systému přibližně na 20 minut. Nepředpokládá se delší doba defrostu tepelného čerpadla.

13.4 Podlahové vytápění

V rodinném domě je navrženo teplovodní podlahové vytápění se spádem 35/30,6 °C. Rozvody podlahových otopných okruhů jsou navrženy z plastového potrubí PEX/Al/PEX o dimenzi 16 × 2 mm. Potrubí podlahového vytápění bude spojeno lisováním, vedeno v určené vrstvě podlahy a následně zalito cementovým litým potěrem o tloušťce 50 mm.

Dimenzování v objektu bylo provedeno pro jednotlivé větve z rozdělovačů nacházejících se v rodinném domě. Dále byl proveden výpočet dimenzí měděného potrubí mezi jednotlivými rozdělovači a akumulční nádrží.

Rozdělovač RaS1; průtok = 383 kg · h⁻¹; tlaková ztráta = 3360 Pa; teplotní spád 35/30,4

Rozdělovač RaS2; průtok = 459 kg · h⁻¹; tlaková ztráta = 4150 Pa; teplotní spád 35/30,7

Z důvodu rozdílných tlakových ztrát jednotlivých okruhů v rozdělovači bylo nutné navrhnout škrtkovací ventil s hydraulickým nastavením, aby tlaková ztráta jednotlivých okruhů byla stejná. Škrtkovací ventil byl nastaven dle technického listu vybraného rozdělovače a sběrače.

Okruh 1; průtok = 459 kg/h; tlaková ztráta = 3000 Pa; teplotní spád 35/30,7

Okruh 1.1; průtok = 383 kg/h; tlaková ztráta = 580 Pa; teplotní spád 35/30,7

Okruh 2; průtok = 840 kg/h; tlaková ztráta = 2980 Pa; teplotní spád 35/30,6

Navrženo regulační šroubení IVAR.DD 301 DN 20 a vyvažovací ventil STAD – PN 25 DN 15

Podrobnější informace o návrhu a přesné dimenzování uvedeno v příloze B.2.1 Technická zpráva a technické specifikace vytápění a v B.2.6 Přílohy.

13.5 Oběhová čerpadla

Byla navržena dvě oběhová čerpadla, čerpadlo Č.1 na okruhu k rozdělovačům podlahového vytápění a čerpadlo Č.2 na okruhu k ohřívači vzduchu VZT jednotky. Specifikace viz B.2.1 Technická zpráva a technické specifikace vytápění.

13.6 Pojistné zařízení

Expanzní nádoba je navržena pro vyrovnání tlakových změn v soustavě, které způsobují změny teploty proudící kapaliny. Potřebný objem byl navržen na 15,59 a průměr expanzního potrubí DN20. Z těchto vypočtených hodnot navržena membránová tlaková expanzní nádoba Reflex N25 o objemu 25 l. Maximální tlak této navržené nádoby činí 4 bary.

Podrobný výpočet návrhu viz B.2.1 Technická zpráva a technické specifikace vytápění

14 Větrání

Průtok vzduchu v místnostech je regulován podle normy ČSN EN 15665: Z1 – Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov. Tato norma stanovuje minimální a požadovaný objemový průtok vzduchu pro jednotlivé místnosti.

Tabulka 9: Průtok vzduchu pro jednotlivé místnosti v objektu [autor]

MÍSTNOST	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	V VZD. [m ³]	PŘÍVOD [m ³ /h]	ODVOD [m ³ /h]
1.NP					
101 Zádveří	6,08	2,63	30,5	30	-
102 Chodba	3,32	2,63	11,0	-	-
103 Spíž	2,53	2,63	15,0	20	-
104 Koupelna, WC	5,05	2,63	27,5	-	50
105 Obývací pokoj, kuchyň	46,25	2,63	189,0	120	120
107 Ložnice	13,66	2,63	62,5	50	-
108 Šatna	10,63	2,63	48,1	-	50
109 Technická místnost	20,21	2,84	80,6	30	-
110 WC	2,45	2,84	15,3	-	30
2.NP					
202 Chodba	10,02	2,63	38,6	-	-
203 Šatna	9,17	2,63	46,1	-	10
204 Dětský pokoj	16,47	2,63	77,4	30	-
205 Pracovna	10,31	2,63	45,8	30	-
206 WC	1,95	2,63	9,1	-	20
207 Koupelna	10,56	2,63	16,4	-	50
208 Dětský pokoj	16,35	2,63	76,7	30	-
209 Šatna	6,29	2,63	34,1	-	10

14.1 Vzduchotechnická jednotka

Na základě potřebného průtoku vzduchu byla navržena odpovídající vzduchová jednotka DUPLEX 500 Easy2.

Tato jednotka bude umístěna v technické místnosti a bude z ní vedeno svislé potrubí do podhledu a distribučních boxů a dále potom do obytných prostor objektu. Tyto linky budou vyrobeny z plastových flexibilních hadic s menším průměrem, jelikož každý odvod a přívod bude mít vlastní potrubí.

Za vzduchotechnickou jednotku byl navržen teplovodní ohřívač vzduchu TPO 900.3 o výkonu 4kW.

14.2 Distribuční prvky

Jako distribuční prvky budou použity talířové ventily, které budou instalovány v hygienických prostorách objektu a budou zabudovány v podhledu stropu. Dalším distribučním prvkem štěrbinové výusti, které jsou umístěny v ložnici prvního podlaží a v druhém podlaží v dětských pokojích a pracovně. Instalovány budou opět v podhledu. V obývacím pokoji s kuchyní jsou navrženy další dvě štěrbinové vyústí, obě umístěny nad HS portály. Tyto výusti slouží také hlavně k zamezení šíření pachů z vaření do dalších obytných místností.

Podrobnější návrh a specifikace jednotlivých prvků obsaženy v příloze B.1.1 Výpočtová část TZB.

15 Chlazení

Byla vybrána nejkritičtější místnost v objektu, která byla následně posouzena z hlediska tepelné stability. Nejkritičtější místností v objektu je dětský pokoj, orientovaný na jihozápad. Místnost disponuje z každé strany oknem o rozměrech 2500 x 1200 mm.

Tento výpočet sloužil k ověření, zda je potřeba objekt rodinného domu chladit. Vypočtená nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období tedy činí 24,80 °C, což splňuje požadavek dle ČSN 73 0540-2. Požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období je 27 °C.

Okna objektu jsou stíněna roletami. Podrobný výpočet tepelné stability nejkritičtější místnosti je uveden v příloze B.1.8 – Tepelná stabilita místnosti.

16 Umělé osvětlení

Umělé osvětlení bude instalováno v podhledech, které jsou ve všech místnostech s výjimkou technické místnosti. Umělé osvětlení v rodinných domech nepodléhá žádné specifické normě, ale je důležité dodržovat doporučené hodnoty z hlediska hygieny.

V obytných místnostech by osvětlení mělo dosahovat přibližně 150 lx, v kuchyních a jídelnách 300 lx, v koupelnách a na WC 150 lx a v komunikačních prostorech, jako jsou chodby, zádveří a schodiště, 100 lx.

Výběr typu svítidel a jejich konstrukce bude proveden na základě požadavků investora. Svítidla budou vždy vybavena LED úspornými žárovkami. V koupelnách budou zrcadla vybavena dalším zdrojem světla.

17 Elektroinstalace

Objekt bude připojen k podzemnímu silovému vedení nízkého napětí. Přípojka CYKY 4Bx10 je vedena v PVC chráničce DN 50. Elektroměr je umístěn na hranici pozemku v elektroměrné skříni viz situační výkres C.3.

Hlavní rozvaděč a pojistková skříň jsou umístěny v technické místnosti v prvním podlaží domu. Rozvodná soustava 3+N+PE AC 400/230 50 Hz, TN-C-S. Ochrana před úrazem elektrickým proudem automatickým odpojením od zdroje. Velikost hlavního jističe je stanovena dle výpočtu maximálního soudobého příkonu.

17.1 Fotovoltaika

Bylo navrženo 12 kusů fotovoltaických solárních panelů AEG 450 Wp. Monokrystalické panely s účinností 20,70 % a výkonem 450 Wp. Rozměry 2094 × 1038 mm, váha 24,30 kg.

Elektrická energie vyrobená fotovoltaickou elektrárnou bude ukládaná do baterie pro pozdější využití nebo bude ihned spotřebovávána. Vyrobená elektrická energie povede do střídače, poté do hlavního jističe FVE (RFVE) a poté do hlavního rozvaděče (RH).

Podrobný výpočet a návrh dostupný v příloze B.1.6 Návrh FVE a schéma rozvržení panelů dostupné v příloze B.1.7 Schéma rozmístění FV panelů na střeše.

18 Požárně bezpečnostní řešení

Navrhovaný objekt odpovídá vyhlášce 23/2008 Sb. a dalším relevantním normám. Podle ČSN 73 0833 je klasifikován jako budova skupiny OB1

Konstrukční systém:	nehořlavý
Požární výška objektu:	3,29 m
Plocha úseku:	1.NP – 136,5 m 2.NP – 95,10 m
Požární úsek:	N1.1/N2 – II.

Podle článku 3 ČSN 73 0833 patří navrhovaný rodinný dům do kategorie budov OB1 s jednou obytnou buňkou. Objekt tedy tvoří jeden požární úsek. Na pozemku se nachází otevřené stání pro dva osobní automobily a terasa. Obě konstrukce jsou tvořeny ze dřeva.

Mezní rozměry požárních úseků se podle ČSN 73 0833 u objektů kategorie OB1 neposuzují.

Podle čl. 4.3 ČSN 73 0833 se za postačující pro rodinné domy považuje jedna nechráněná úniková cesta šířky alespoň 900 mm a dveře na únikové cestě šířky 800 mm.

Šířka schodišťového ramene je 1100 mm. Dveře na únikové cestě vyhovují požadavku min. 800 mm. Obě podmínky navrhovaný rodinný dům splňuje, únikové cesty jsou v souladu s těmito podmínkami a vyhovují.

Střecha, resp. střešní plášť vyhovuje podmínkám čl. 8.15.4, pol. b1) ČSN 73 0802 a nepovažuje se za požárně otevřenou plochu, odstupy od vlivu sálání od této konstrukce se tedy neuvažují.

Pokud bude rodinný dům postaven podle projektové dokumentace, musí být dodrženy uvedené odstupové vzdálenosti. V požárně nebezpečném prostoru definovaném těmito vzdálenostmi se nenachází žádný objekt s požárně otevřenými plochami. Nachází se zde však částečně otevřená požární plocha v podobě dřevěného obkladu tloušťky 30 mm. Tato částečně otevřená plocha byla do výpočtu odstupových vzdáleností zahrnuta z důvodu návrhu na stranu bezpečnou.

Novostavba nezasahuje do požárně nebezpečného prostoru žádného sousedního objektu. V rámci projektu umístění stavby na pozemku je také nutné ověřit, že požárně nebezpečný prostor rodinného domu nepřesahuje hranice stavebního pozemku, v souladu s článkem 10.2.1 ČSN 73 0802, který stanovuje, že požárně nebezpečný prostor nesmí přesahovat hranice pozemku s výjimkou přesahu do veřejných prostranství. Tyto požadavky jsou splněny.

Dle požadavku musí být rodinný dům vybaven zařízením autonomní detekce a signalizace požáru. Toto zařízení musí být umístěno v části vedoucí k východu z obytné části domu. U obytných buněk s podlahovou plochou větší než 150 m² je požadováno umístění dalšího zařízení autonomní detekce a signalizace požáru.

Dle tohoto požadavku je tedy pro obytnou část domu s celkovou podlahovou plochou 231,6 m² zapotřebí umístit nejméně dvě zařízení autonomní detekce a signalizace požáru. První zařízení bude umístěno u východu z objektu v místnosti č. 101 – Zádveří a druhé zařízení bude umístěno v 2. NP vedle schodiště, místnost č. 202 Chodba. Dále je potřeba navrhnout hasící přístroj, který v tomto případě bude umístěn v technické místnosti. Typ hasícího přístroje 233B.

Přenosný hasící přístroj a zařízení autonomní detekce a signalizace budou označené výstražnými bezpečnostními značkami a tabulkami, dle ČSN ISO 3864, ČSN 010813 a podle nařízení vlády NV 11/2002sb.

19 Vliv stavby na okolí

Okolní stavby budou ovlivněny jen ve velmi malé míře. Navrhovaný objekt disponuje vegetační plochou střechou a dostatečně velkým zatravněným pozemkem s podzemní nádrží na dešťovou vodu, tím pádem nedojde k ovlivnění okolních staveb. Veškerá dešťová voda ze střech bude svedena do akumulární nádrže, ve které bude na pozemku uschovávána a poté vsakována pomocí drenážních bloků. Jelikož se v blízkosti objektu nachází pouze jeden rodinný dům, nebude zatím docházet k žádnému stínění okolních budov.

20 Dopravní řešení

Budova bude napojena na stávající veřejnou pozemní komunikaci z ulice Na Lužích, bez jakéhokoliv bezbariérového přístupu a ani není určena pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace. Ze stávající komunikace č.p. 1672/106 je napojena příjezdová cesta k objektu. Chodník okolo pozemku a komunikace není zatím ze strany obce vyřešen. Parkování na pozemku je vyřešeno pomocí otevřeného stání pro dva osobní automobily.

21 Terénní úpravy a řešení vegetace

Během výkopových prací proběhnou okolo objektu terénní úpravy. Vytěžená zemina ze základů bude dočasně umístěna na pozemku investora na místě předem určeném a později použita k zasypání stavby a terénním úpravám.

Vegetační střecha objektu bude osázena trvalými suchomilnými rostlinami, které budou tvořit souvislé zatravnění. Na pozemku není zatím v plánu žádná výsadba stromů.

22 Orientační náklady

Objekt rodinného domu:	$956 \text{ m}^3 \times 9\,500 = 9\,082\,000,-$
Zpevněné plochy:	$208 \text{ m}^2 \times 1\,500 = 312\,000,-$
Přípojky:	
Elektro:	$15,5 \text{ m} \times 2\,500 = 38\,750,-$
Vodovod:	$13,0 \text{ m} \times 2\,500 = 32\,500,-$
Kanalizace:	$26,2 \text{ m} \times 2\,500 = 65\,500,-$
Tepelné čerpadlo:	190 000,-
Fotovoltaické panely:	500 000,-
Celkem:	10 220 750,-

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vypracování projektové dokumentace přesahující požadavky pro stavební povolení a návrh koncepčního řešení jednotlivých odvětví technických zařízení budov a prováděcí dokumentaci vytápění.

Součástí bakalářské práce jsou dvě hlavní přílohy, dle řešených částí, a to příloha A řešící pozemní stavby a příloha B řešící technická zařízení budov. Příloha A zahrnuje architektonicky stavební řešení objektu. V této části byly navrženy jednotlivé půdorysy, charakteristický řez, pět vybraných detailů apod.) všechny tyto výkresy spadají pod dokumentaci pro stavební povolení a částečně ji i převyšují. Náplní přílohy B je již zmíněné koncepční řešení systémů TZB v objektu, doplněné o prováděcí dokumentaci systému vytápění.

Díličí výsledky této bakalářské práce ukazují, že navrhovaný rodinný dům opravdu plní parametry budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Důkazem toho jsou splněné požadavky průměrného součinitele prostupu tepla NZEB a vypočtená spotřeba energie, která je z velké části pokryta obnovitelnými zdroji.

Původní koncepční návrh se od výsledného stavu liší v několika aspektech. Jako příklad by se daly uvést změny dispozic objektu, nebo také jiný nosný systém stropů.

Seznam použitých zdrojů

Právní předpisy a normy

- ČR. ČSN 73 0540-2: *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- ČR. ČSN 73 0540-1 *Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie*. Praha: Český normalizační institut, Praha: Český normalizační institut, 2005.
- ČR. ČSN 73 0540-3 *Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- ČR. ČSN 73 0540-4 *Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- ČR. ČSN 73 0532: 2020 *Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky*. Česká agentura pro standardizaci, 2020.
- ČR. ČSN 73 0580-1 (730580) *Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2007.
- ČR. ČSN 73 0580-2 (730580) *Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- ČR. ČSN 73 0331-1 (730331) *Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet – Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data*. Česká agentura pro standardizaci, 2020.
- ČR. Vyhláška č. 264/2020 Sb. *o energetické náročnosti budov*. 2020.
- ČR. ČSN 73 4301:2004 ve znění Z4:2019 *Obytné budovy*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2004.
- ČR. Zákon č.183/2006 ve znění pozdějších předpisů. 2007.
- ČR. Vyhláška č. 268/2009 Sb. *O technických požadavcích na stavbu ve znění vyhlášky č.20/2012 Sb.* 2009. Platná v době odevzdání bakalářské práce.
- ČR. Vyhláška č. 499/2006 Sb., *o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů*. 2006. Platná v době odevzdání bakalářské práce.
- ČSN EN 15450 (060404) *Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- ČR. ČSN EN 16941 – *Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018.
- ČR. ČSN EN 12792. *Větrání budov – Značky, terminologie a grafické značky*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- ČR. ČSN 12 7010. *Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- ČR. ČSN 73 0810 (730810) *Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení*. Česká agentura pro standardizaci, 2016.

Skripta

BENEŠ, Petr, Markéta, SEDLÁKOVÁ, Marie, RUSINOVÁ, Romana, BENEŠOVÁ a Táňa, ŠVECOVÁ.

Požární bezpečnost staveb. 2021. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2021. ISBN 978-80-7623-070-5.

CIHLÁŘ, Jiří, GEBAUER, Günter, POČINKOVÁ, Marcela.

Technická zařízení budov. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1198. ISBN 80-214-1142-2.

Webové stránky

ČÚZK. *Nahlížení do katastru nemovitostí* [Online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti.aspx>

Google Earth [online]. 2022 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.google.com/intl/cs/earth/index.html>

Zemní vruty [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <http://www.zemnivruty-krinner.cz/pdf/technicke-listy.pdf>

Porotherm [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz/zdivo-porotherm.html>

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

Spiroll [online]. 2019 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.prefa.cz/pozemni-stavby/stropy-a-stropni-panely-spiroll/>

Alphaline 90MD [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.planetaoken.cz/produkt/tanor-s-r-o-alphaline-90md/>

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

Buderus [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.buderus.com/en/>

Atrea Duplex 500 Easy 2 [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.atreaeshop.cz>

Solární panel AEG 450 Wp [online]. 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.solar-eshop.cz/p/solarni-panel-aeg-450wp/>

Tzbinfo [online]. 2024 [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz>

Programy

Hluk+
Building Design
HelioScope
Autodesk AutoCAD
Lumion

Seznam použitých zkratek a symbolů

XPS – extrudovaný polystyren
EPS – expandovaný polystyren
PIR – tepelná izolace, desky z polyisokyanurátu
ETICS – kontaktní zateplovací systém
dB – decibel, jednotka k měření hladiny intenzity zvuku
lx – Lux, fotometrická jednotka intenzity osvětlení
PENB – Průkaz energetické náročnosti budovy
TČ – tepelné čerpadlo
TV – teplá voda
PE – polyethylen
PVC – polyvinylchlorid
DN – jmenovitá světlost potrubí [mm]
ČSN – česká technická norma
RD – rodinný dům

U – součinitel prostupu tepla konstrukcí [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
UN – normový součinitel prostupu tepla konstrukcí [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
U_{em} – průměrný součinitel prostupu tepla objektu [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
U_{pasiv} – hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní domy [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
 $\Delta\theta_{10, N}$ – pokles dotykové teploty dle normy [$^{\circ}C$]
 $\Delta\theta_{10}$ – pokles dotykové teploty [$^{\circ}C$]
fr_{si} – hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]
fr_{si,N} - požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]
Mc,N – maximální množství zkondenzované vodní páry v konstrukci dle normy [$kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$]
Mc – roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci [$kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$]
M_{ev} – roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce [$kg \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$]
R'_w – vážená vzduchová neprůzvučnost [dB]
R'_{w,N} - požadavek na váženou vzduchovou neprůzvučnost [dB]
L'_{wn} – vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]
L'_w – hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Mapa s lokalitou pozemku [https://earth.google.com/web/search/Na+Lužích,+Postřelmov/@49.8996549,16.9181208,281.2055664a,230.41479636d,35y,42.72001372h,55.32231544t,-Or/data=CigiJgokCVDapVes9UhAEeCN1q-380hAGT37hlz-7zBAIVqc9wMC7DBAOgMKATA].....	13
Obrázek 2: Zemní vrut [http://www.zemnivruty-krinner.cz/pdf/technicke-listy.pdf].	16
Obrázek 3: Skladba podlahy na terénu – vinyl [A.6.5.1 Protokol tepelně technického posouzení konstrukce objektu]	19
Obrázek 4: Skladba podlahy na terénu – keramická dlažba [A.6.5.1 Protokol tepelně technického posouzení konstrukce objektu].....	20
Obrázek 5: Skladba obvodové stěny [A.6.5.1 Protokol tepelně technického posouzení konstrukce objektu]	20
Obrázek 6: Skladba vegetační střechy [A.6.5.1 Protokol tepelně technického posouzení konstrukce objektu]	21
Obrázek 7: Výsledky průměrného součinitele prostupu tepla [viz příloha B.3 PENB]	24
Obrázek 9: Hluková mapa pro den z programu Hluk+ [autor]	25
Obrázek 11: Výsledky pro den z programu Hluk+ [autor]	26
Obrázek 12: Výsledky pro noc z programu Hluk+ [autor].....	26
Obrázek 13: Výsledky denního osvětlení a proslunění z programu Building Design [autor].....	31
Obrázek 14: Průkaz energetické náročnosti [Příloha B.3 Grafické znázornění PENB]	32
Obrázek 15: Graf pro návrh bivalentního zdroje tepla [autor]	35
Obrázek 16: Křivka odběru teplé vody [autor].....	36

Seznam použitých tabulek

Tabulka 1: Seznam dotčených pozemků	14
Tabulka 2: Nejnižší vnitřní povrchová teplota	21
Tabulka 3: Součinitel prostupu tepla U.....	22
Tabulka 4: Pokles dotykové teploty podlahy	22
Tabulka 5: Zkondenzované množství vodní páry.....	22
Tabulka 6: Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti	23
Tabulka 7: Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných konstrukcí	25
Tabulka 8: Výpočet potřebného objemu vsakovacího zařízení.....	34
Tabulka 9: Průtok vzduchu pro jednotlivé místnosti v objektu [autor]	39

Seznam příloh

Příloha A Pozemní stavby

A.1 Průvodní zpráva

A.2 Souhrnná technická zpráva

A.3 Situační výkres

A.3.1 Koordinační situační výkres

A.4 Architektonicko – stavební řešení

A.4.1 Půdorys 1.NP

A.4.2 Půdorys 2.NP

A.4.3 Řez A–A'

A.4.5 Výkres tvaru stropu

A.4.6 Výkres vegetační střechy

A.4.7 Severní a západní pohled

A.4.8 Jižní a západní pohled

A.4.9 Detail Atiky

A.4.10 Detail osazení dřevěného hranolu

A.4.11 Detail kotvení SDK příčky

A.4.12 Detail soklu

A.4.13 Detail střešního vtoku

A.4.14 Výpis výplní otvorů

A.4.15 Výpis skladeb

A.5 Požárně bezpečnostní řešení

A.5.1 Technická zpráva požárního řešení

A.6 Stavebně fyzikální posouzení konstrukcí

A.6.1 Zhodnocení konstrukcí z hlediska stavební fyziky

A.6.2 Hluková studie

A.6.2.1 Zadání Hluk+

A.6.2.2 Zadání Den

A.6.2.3 Zadání Noc

A.6.3 Zhodnocení konstrukcí z hlediska vzduchové a kročejové neprůzvučnosti

A.6.4 Proslunění a oslunění objektu

A.6.4.1 Protokol proslunění a oslunění objektu

A.6.4.2 1.NP

A.6.4.3 2.NP

A.6.5 Tepelně technické posouzení konstrukce

A.6.5.1 Protokol tepelně technického posouzení konstrukce objektu

A.6.5.2 Souhrnná tabulka pro tepelně technického posouzení

A.7 Vizualizace

- A.7.1 Západní pohled
- A.7.2 Jihozápadní pohled
- A.7.3 Jihovýchodní pohled
- A.7.4 Severovýchodní pohled

Příloha B Technická zařízení budov

B.1 Koncepční řešení systémů

- B.1.1 Výpočtová část TZB
- B.1.2 Schéma kanalizace
- B.1.3 Studie rozvodů v základech
- B.1.4 Schéma vodovodu
- B.1.5 Schéma vzduchotechniky
- B.1.6 Návrh FVE
- B.1.7 Schéma rozmístění FV panelů na střeše
- B.1.8 Tepelná stabilita místnosti

B.2 Vytápění

- B.2.1 Technická zpráva a technické specifikace vytápění
- B.2.2 Půdorys vytápění 1.NP
- B.2.3 Půdorys vytápění 2.NP
- B.2.4 Půdorys technické místnosti
- B.2.5 Schéma zapojení
- B.2.6 Přílohy k návrhu a dimenzování vytápění
 - B.2.6.1 Tepelné ztráty objektu
 - B.2.6.2 Souhrnná tabulka tepelných ztrát
 - B.2.6.3 Tabulka pro výpočet výkonu podlahového vytápění
 - B.2.6.4 Dimenzování okruhů otopného systému
 - B.2.6.5 Dimenzování otopného systému

B.3 PENB – průkaz energetické náročnosti budovy

- B.3.1 Grafické znázornění PENB
- B.3.2 Protokol PENB