



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

ENERGETICKY EFEKTIVNÍ RODINNÝ DŮM

ENERGY EFFICIENT FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Daniel Halama

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. František Vlach, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav pozemního stavitelství
Student: **Daniel Halama**
Vedoucí práce: **Ing. František Vlach, 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 efektivní 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:

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 Vlach, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je návrh energeticky efektivního rodinného domu. Dům se nachází v městské části Nová Ves města Frýdlant and Ostravicí.

Objekt má 2 nadzemní podlaží a přistavěnou garáž. Střecha objektu je koncipována do 3 různých výškových úrovní. Všechny střechy jsou ploché. Hlavní fasáda domu je otočena jižním směrem. Hlavní vstup do domu je situován na jižní stranu. Přízemní patro obsahuje objemný obývací prostor s kuchyní, která je se zbytkem domu spojena chodbou. V přízemí se také nachází pracovna, technická místnost, koupelna a garáž. V patře se nachází ložnice, 2 dětské pokoje, koupelna a galerie nacházející se v prostoru schodiště.

Budova je založena na základových pasech. Stěny jsou navrženy z vápenopískových tvarovek, zatepleny systémem ETICS. Stropy navrženy z železobetonu.

Objekt bude připojen k elektrické síti, vodovodnímu řadu a kanalizační stoce.

K vytápění domu je navrženo tepelné čerpadlo vzduch/voda. Distribuce tepla je zajištěna primárně pomocí podlahového vytápění, místy doplněné konvektory. Budova je řízeně větrána vzduchotechnickou jednotkou s rekuperací. Vzduchotechnické potrubí je vedeno v podhledech.

Srážková voda ze střech je sbírána a uskladňována v podzemní dešťové nádrži o objemu 8,3 m³. Srážková voda je poté použita primárně na účely splachování toalet a zavlažování zahrady. Na střeše objektu je instalována fotovoltaická elektrárna. Předpokládaná výroba elektrické energie činí 7,55 MWh.

KLÍČOVÁ SLOVA

Nízkoenergetický dům, rodinný dům, fotovoltaika, vzduchotechnika, vápenopísek, PENB, podlahové vytápění

ABSTRACT

The aim of the bachelor's project is to design an energy-efficient family house. The house is located in Frýdlant nad Ostravicí.

The building consists of 2 above-ground storeys and a garage. The house has 3 different roof levels. All roofs are flat. The main façade is oriented to the south. The main entrance to the house is situated on the south façade. The ground floor offers spacious living area, that is connected to the rest of the house by open corridor. On the ground floor there are also a study, utility room, bathroom, and garage. On the first floor there are master bedroom, kid's rooms, bathroom, and the gallery above the staircase area.

The building is designed on reinforced concrete foundation strips. The vertical load-bearing walls are designed from sand-lime blocks, insulated with a certified ETICS system. The horizontal load-bearing structures are designed from cast-in-place reinforced concrete.

The object is connected to the following utilities – electricity grid, water main and sewage.

The house is heated by air/water heat pump. The distribution is mainly provided by underfloor heating. The building is ventilated by the MVHR unit with the efficiency of heat recovery of 91 %. The distribution ducts are installed in the ceiling voids.

The rainwater from the roofs is captured and stored in the 8,3 m³ underground water tank. It is used afterwards mainly for the flushing of toilets and irrigation purposes. The photovoltaic power station is installed on the roofs. The expected outcome of energy equals 7,55 MWh.

KEYWORDS

Low-energy house, single-family house, photovoltaics, mechanical ventilation (MVHR), sand-lime blocks, energy performance certificate, underfloor heating

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HALAMA, Daniel. *Energeticky efektivní rodinný dům*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí Ing. František Vlach, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 14. 5. 2024

Daniel Halama
autor

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Františku Vlachovi, Ph.D. a panu Ing. Petrovi Blasinskému, Ph.D., že mi věnovali svůj čas a trpělivě a s ochotou se mi snažili vysvětlovat chyby, kterých jsem se při vypracovávání své práce dopouštěl.

Také bych chtěl vyjádřit poděkování své rodině, přítelkyni, kamarádům, a především mým úžasným rodičům, bez kterých bych nikdy nebyl tím, kým dnes jsem. Moc si vážím Vaší neutuchající podpory a pomoci.

OBSAH

ČÁST A – POZEMNÍ STAVITELSTVÍ	12
1 Stručná charakteristika lokality	12
2 Členění stavby na objekty, inženýrská a technologická zařízení	12
3 Navrhované kapacity stavby	13
4 Architektonické a tvarové řešení stavby	13
5 Dispoziční a provozní řešení stavby	13
6 Konstrukční a materiálové řešení	14
7 Stavební tepelná technika	15
8 Stavební akustika a ochrana před hlukem	15
9 Denní osvětlení a proslunění	17
10 Úspora energie objektu	18
11 Požárně bezpečnostní řešení	18
12 Vliv stavby na okolí	19
13 Dopravní řešení	19
14 Terénní úpravy a řešení vegetace	20
15 Orientační náklady stavby	20
ČÁST B – TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV	21
16 Zdravotně technické instalace	21
17 Vytápění objektu	21
18 Ohřev teplé vody	23
19 Chlazení	23
20 Větrání	24
21 Umělé osvětlení	26
22 Elektroinstalace	26
23 Využití dešťové vody	27

24	Fotovoltaika	27
25	Průkaz energetické náročnosti budovy	28
	Seznam použitých zdrojů	31
	Seznam použitých zkratk a symbolů	35
	Seznam příloh	36

Úvod

Cílem práce je návrh nízkoenergetického domu pro čtyřčlennou rodinu.

Práce je členěna na 2 hlavní části, a to na část A – Pozemní stavitelství a část B – Technická zařízení budov.

Část věnující se pozemnímu stavitelství obsahuje primárně výkresy, technické zprávy a situační výkresy potřebné k udělení stavebního povolení. Součástí této části jsou také přípravné a studijní výkresy, schémata, vizualizace exteriéru i interiéru a další výkresy a podklady doplňující celou oblast.

Část věnující se technickým zařízením budov se zaměřuje na koncepční řešení všech relevantních systémů TZB. Systém vzduchotechniky byl vybrán k detailnějšímu a propracovanějšímu návrhu. Součástí této oblasti je také stavebně fyzikální hodnocení objektu a průkaz energetické náročnosti budovy.

V této hlavní textové části jsou uvedena shrnutí a výtahy z jednotlivých oblastí závěrečné práce. Detailnější informace ohledně jednotlivých oblastí jsou uvedeny v relevantních přílohách.

Část A – Pozemní stavitelství

Stručná charakteristika lokality

Předmětný pozemek nacházející se nedaleko města Frýdlant nad Ostravicí je převážně rovinatý. Jedná se o zastavitelnou plochu určenou k bydlení, kde se v současné době na pozemku nachází trvalý travní porost. V blízkosti navrhované stavby se nacházejí ochranná pásma lesa. Pozemek je veden pod ochranou zemědělského půdního fondu, zde se požádá o vyjmutí. Jedná se o území se zpracovaným územním plánem. Parcela se nachází v ploše obytné – venkovské a v ploše změn. Pozemek se dle radonových map nachází na území s nízkým radonovým rizikem. [1][2][3]

Rozsah řešeného území je dán parcelou, na které je objekt umístěn (je patrné z výkresové části projektové dokumentace: A.3 Situační výkresy).

Nedaleko plánovaného objektu se nachází moderní domy a vily, navrhovaný dům tedy nebude narušovat celkové architektonické vzezření jejího blízkého okolí.

Stavení parcela:	777/6
Katastrální území:	Nová Ves u Frýdlantu nad Ostravicí [705705]
Výměra:	5 753 m ²
Nezastavěná plocha:	5 753 m ²
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Druh pozemku:	Trvalý travní porost

Členění stavby na objekty, inženýrská a technologická zařízení

Stavební objekty:

- SO.01 – Rodinný dům
- SO.02 – Terasa rodinného domu
- SO.03 – Příjezdová cesta k objektu
- SO.04 – Zpevněné plochy parcely
- SO.05 – Plot

Inženýrské objekty:

- IO.01 – Přípojka vodovodní
- IO.02 – Přípojka silového vedení NN
- IO.03 – Přípojka kanalizační
- IO.04 – Akumulační nádrž na dešťovou vodu

Technologické objekty:

- TO.01 – FVE na střeše rodinného domu

Navrhované kapacity stavby

Počet funkčních jednotek:	1 bytová jednotka
Počet uživatelů:	4 uživatelé
Celková zastavěná plocha:	281,00 m ²
Celková užitná plocha:	1NP - 161,07 m ² 2NP - 88,68 m ² Celkem - 249,75 m ²
Celkový obestavěný prostor:	~1300,0 m ³

Architektonické a tvarové řešení stavby

Novostavba je řešena jako dvoupodlažní nepodsklepený rodinný dům s přistavěnou garáží. Tvar celého objektu zdánlivě připomíná písmeno „H“. Dominantní stranou objektu je strana jižní, na které je zjevná dominance prosklených ploch. Objekt je směrem na jižní stranu otevřen okolí – ať už svým prosklením, tak i balkónem a výstupem na terasu a terasou samotnou. Na terase je umístěn bazén a spolu s rozlehlou zahradou nabízejí nadstandartní komfort pro obyvatele domu.

Materiálové řešení fasády je kombinací bílé silikonové omítky s tmavě šedými pruhy a plastovými okny v tmavém odstínu. Střecha je řešena jako střecha modrá (odtud se bude převážně sbírat voda do podzemní dešťové nádrže), nad garáží je navrhována střecha vegetační.

Objekt je navržen v moderním stylu. V blízkém okolí se nacházejí rozlehlé moderní domy a vily, navrhovaný objekt tak do okolí zapadne.

Dispoziční a provozní řešení stavby

Jedná se o samostatně stojící RD s velkým obývacím pokojem spojeným s kuchyní, pracovnou, 2 dětskými pokoji a jednou ložnicí s šatnou, dvěma koupelnami s toaletou, technickou místností a velkou prosklenou chodbou plnící zároveň funkci galerie. Provozní vazby jsou patrné z výkresové dokumentace.

Navrhovaný objekt garáže bude sloužit pro parkování dvou osobních automobilů, pro skladování zařízení a zároveň jako malá domácí dílna. Garáž bude opatřena sekčními vraty. Garáž má jeden vjezd z jižní strany.

Přístup k objektu je zajištěn pomocí veřejné komunikace a navržené přístupové cesty, po které se může pohybovat i těžká technika.

Konstrukční a materiálové řešení

Obvodový plášť:

- tvořen z VPC tloušťky 200 mm a tepelné izolace s grafitem tl. 300 mm (v případě garáže 100 mm)

Výplně otvorů:

- tvořeny dvěma druhy plastových oken s izolačními trojskly; na severní stranu osazeny okna s horším součinitel g, ale lepší hodnotou U

- Sever: $g = 0,37$, $U_f = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_g = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Ostatní strany: $g = 0,53$, $U_f = 0,89 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_g = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Stínění je navrženo pouze na oknech směřujících na jih, a to v podobě exteriérových rolet schovaných v boxu v zateplení fasády

Střešní konstrukce:

- je navržena z železobetonu C25/30, ocel B550B o tl. 200 mm, tepelnou izolací z EPS o tl. 240 mm, spádovými klíny z EPS o tl. 20-200 mm, hydroizolační vrstvou a kačírkem

- v případě garáže je na železobeton opatřena tepelná izolace z EPS o tl. 80 mm, spádové klíny z EPS o tl. 20-180 mm, hydroizolační vrstva, filtrační a hydroakumulační vrstva a nakonec vrstva vegetační o tl. přibližně 105 mm

Podlaha na zemině v RD:

- tvořena podkladním betonem o tl. 100 mm, hydroizolační vrstvou, tepelnou izolací z EPS o tl. 200 mm, systémovou deskou pro uložení trubek podlah. vytápění o tl. 50 mm, betonovou mazaninou tl. 50 mm a vyrovnávací a nášlapnou vrstvou laminátovou nebo z keramické dlažby

Podlaha na zemině v garáži:

- tvořena podkladním betonem o tl. 100 mm, hydroizolační vrstvou, tepelnou izolací z XPS o tl. 100 mm, betonovou mazaninou s vyšší únosností tl. 80 mm a vyrovnávací a nášlapnou vrstvou zakončenou epoxidovou stěrkou

Podlaha v patře:

- na stropní konstrukci z železobetonu dána akustická izolace o tl. 20 mm, systémová deska pro uložení trubek podlah. vytápění o tl. 50 mm, betonová mazanina tl. 50 mm a vyrovnávací a nášlapná vrstva laminátová nebo z keramické dlažby

Vnitřní nosné stěny:

- tvořeny z VPC o tl. 200 mm, z obou stran opatřeny vnitřní vápenocementovou a štukovou omítkou

Vnitřní nenosné stěny (příčky):

- tvořeny z VPC o tl. 115 mm, z obou stran opatřeny vnitřní vápenocementovou a štukovou omítkou

Stavební tepelná technika

Všechny konstrukce objektu splňují požadované normové hodnoty nejnižší vnitřní povrchové teploty, součinitele prostupu tepla, poklesu dotykové teploty podlahy, celoroční bilance z kondenzované a vypařené vlhkosti.

Všechny odpovídající výpočty a tabulky v relevantních přílohách.

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A [m ²]	U (požadovaná hodnota) [W/(m ² *K)]	b [-]	Ht [W/K]	A [m ²]	U (vypočtená hodnota) [W/(m ² *K)]	b [-]	Ht [W/K]
S1	321,5	0,300	1	96,45	321,5	0,100	1	32,15
S3	18,8	0,600	0,49	5,51	18,8	0,254	0,49	2,33
P1	127,8	0,450	0,66	37,96	127,8	0,120	0,66	10,12
D1	128,4	0,240	1	30,82	128,4	0,100	1	12,84
O1-REHAU	46,2	1,500	1	69,36	46,2	0,840	1	38,84
O2-U	3,3	1,500	1	5,00	3,3	0,750	1	2,50
DV1-VSTUP	2,5	1,700	1	4,25	2,5	0,910	1	2,28
DV2-GARÁŽ	2,0	3,500	0,49	3,46	2,0	1,500	0,49	1,48
Celkem	650,5			252,80	650,5			102,54
Tepelné vazby		0,02		13,01		0,02		13,01
Celková měrná ztráta prostupem tepla				265,82				115,55
Průměrný součinitel prostupu tepla		0,178		Požadovaná hodnota:	0,409	Vyhovuje doporučené hodnotě		
				Doporučená hodnota:	0,306			
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C normy ČSN 73 0540-2				0,178 < 0,205	Třída A - velmi úsporná			

Tab. 7.1. - Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Stavební akustika a ochrana před hlukem

Obvodový plášť i vnitřní konstrukce vyhoví z hlediska zvukoizolačních vlastností.

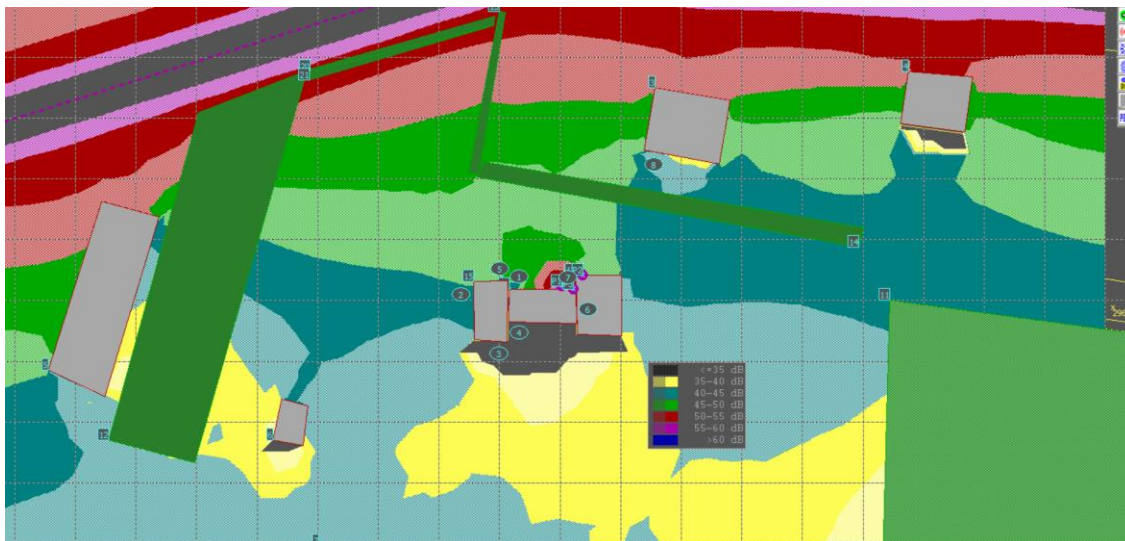
Konstrukce – typ, popis	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek ČSN 73 0532 (dB)	
	R'_{w}	$L'_{w,N}$	min. R'_{w}	max. L'_{w}
Strop nad 1NP – ŽB 200 mm + plovoucí podlaha	-	54	-	58
Příčka mezi pokoji – VPC tl. 115 mm	42	-	40	-

Tab. 8.1 - Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí

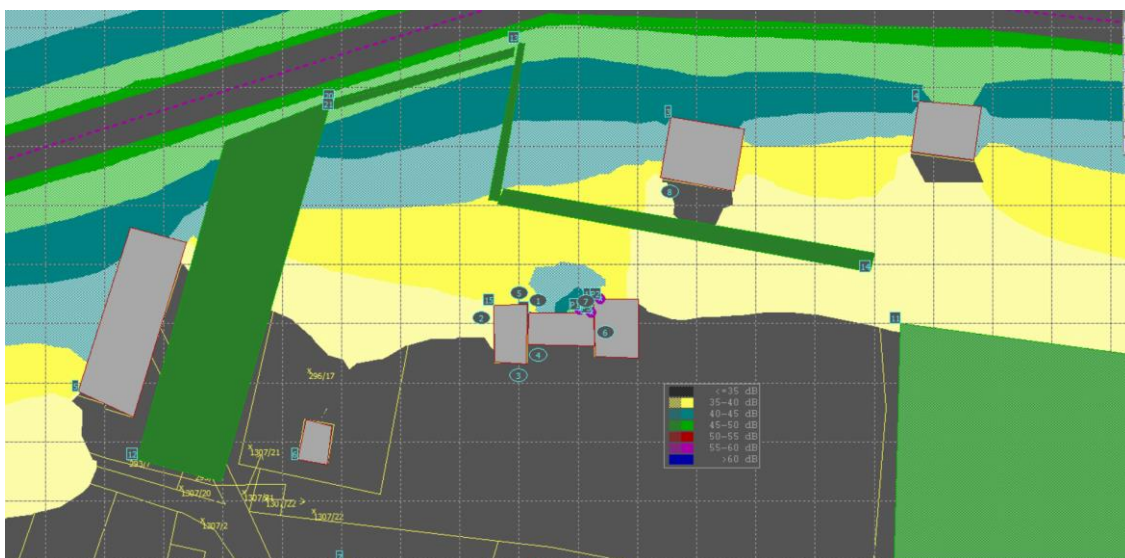
Konstrukce – typ, popis	Zjištěné hodnoty (dB)	Požadavek ČSN 73 0532 (dB)
	R'_{w}	min. R'_{w} celého pláště
Obvodový plášť – plná část	55	33
Obvodový plášť – výplně otvorů	32	30
Obvodový plášť – složená konstrukce	33,9	30

Tab. 8.2 - Zvukoizolační vlastnosti obvodového pláště budovy

Objekt je umístěn v klidné části Nové Vsi města Frýdlant nad Ostravicí. Zdroji hluku jsou zejména přiléhající komunikace (hlavní cesta směr Malenovice) a bodové zdroje hluku, jako navržené tepelné čerpadlo a navržená vzduchotechnická jednotka. Dle zpracovaných hlukových map ale nedochází k překročení limitních hodnot pro den ani pro noc. Zároveň generovaný hluk, dle hlukových map, nepřekročí limitní hodnoty s ohledem na rušení sousedních objektů.



Tab. 8.3 - Hluková mapa pro den



Tab. 8.4 - Hluková mapa pro noc

Denní osvětlení a proslunění

Objekt vyhoví na požadavky denního osvětlení a proslunění. Tyto hodnoty byly posuzovány ve všech obytných místnostech budovy. Požadavky na proslunění v pracovně nejsou splněny, ale vzhledem k tomu, že zbylé obytné místnosti podmínky splňují a dohromady tvoří více než 50 % obytné plochy, není výsledek pro pracovnu relevantní.

Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Proslunění	Požadovaná hodnota
1.1 - Obytný prostor 1NP						
ČDO Obytný prostor - Činitel denní osvětlenosti	1,9 / 0,7 %	1,9 / 0,9 %	1,9 %	0,99		
Proslunění Obytný prostor 1NP - Proslunění					7:56 / 1:30	
1.2 - Pracovna 1NP						
ČDO Pracovna - Činitel denní osvětlenosti	0,1 / 0,7 %	0,7 / 0,9 %	1,2 %	0,12		
ČDO Pracovna_Reduk. - Činitel denní osvětlenosti	(0,7) 100 / 95 %		6,4 %	0,13		(2,0) 56 / 50 %
Proslunění Pracovna 1NP - Proslunění					0:00 / 1:30	
2.1 - Dětský pokoj 2 2NP						
ČDO Dětský pokoj 2 - Činitel denní osvětlenosti	1,2 / 0,7 %	1,8 / 0,9 %	2,4 %	0,5		
Proslunění Dětský pokoj 2 2NP - Proslunění					1:33 / 1:30	
2.2 - Dětský pokoj 1 2NP						
ČDO Dětský pokoj 1 - Činitel denní osvětlenosti	1,3 / 0,7 %	1,6 / 0,9 %	1,9 %	0,68		
Proslunění Dětský pokoj 1 2NP - Proslunění					5:53 / 1:30	
2.3 - Ložnice 2NP						
ČDO Ložnice - Činitel denní osvětlenosti	1,7 / 0,7 %	2,1 / 0,9 %	2,4 %	0,73		
Proslunění Ložnice 2NP - Proslunění					2:25 / 1:30	

Tab. 9.1 Přehled výsledků denního osvětlení a proslunění

Obytná místnost	Plocha (m ²)		Poměr ploch		Hodnocení
	Okno	místnost	okno/místnost	požadavek	
103 - Obývací prostor	20,73	43,78	0,474	0,100	SPLNĚNO
105 - Pracovna	2,55	16,83	0,152		SPLNĚNO
203 - Dětský pokoj 1	4,37	12,43	0,352		SPLNĚNO
205 - Dětský pokoj 2	4,30	17,09	0,252		SPLNĚNO
207 - Ložnice	6,38	20,66	0,309		SPLNĚNO

Tab. 9.2 - Posouzení minimální podlahové plochy místnosti vzhledem k ploše okna

Úspora energie objektu

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

- všechny navržené konstrukce a kritické detaily **splňují požadavek** na hodnotu teplotního faktoru vnitřního povrchu;
- všechny navržené konstrukce vyhověly z hlediska šíření tepla, tj. je **splněn požadavek** na hodnotu součinitele prostupu tepla;
- 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**;
- 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 klasifikační třídy **A** energetické náročnosti budovy.

Požárně bezpečnostní řešení

Budova tvoří jeden samostatný požární úsek. Požární odolnost stavebních konstrukcí vyhoví požadavkům SPB požárního úseku. V objektu jsou nechráněné únikové cesty vyhovujících parametrů. Odstupové vzdálenosti dosahují pouze na vlastní pozemek investora, stav je vyhovující. Objekt svým materiálovým a dispozičním řešením splní požadavky požárně bezpečnostního řešení.

Rodinný dům musí být vybavený zařízením autonomní detekce a signalizace požáru. Umístěno musí být v části vedoucí k východu z obytné buňky. Pokud má další obytná buňka podlahovou plochu větší než 150 m² musí se umístit další zařízení autonomní detekce a signalizace požáru.

Obytná jednotka má celkovou podlahovou plochu větší než 150 m², musí se tedy umístit 2 zařízení. Jedno bude umístěno u východu z objektu v místnosti zádveří č. 101. Druhé bude umístěno ve 2NP nad schodištěm v místnosti galerie č. 201.

Hasicí přístroj 34A bude umístěn v technické místnosti. V garáži bude umístěn hasicí přístroj 183B.

OBJEKT	FASÁDA	PÚ	pv [kg/m ²]	l [m]	hu [m]	k ₂	Spo1 [m ²]	Spo2 [m ²]	Spo [m ²]	Sp [m ²]	po [%]	d1 [m]	d2 [m]
RD	S	N1.01/N2 - II.	45,75	12,7	5,513	0,56	7,3	118,36	73,58	70,02	100	10,20	-
	J			16,1	5,513	0,56	40,15	85,51	88,04	88,76	100	11,30	-
	V-dům			2,5	5,513	0,56	12	18,4	22,30	13,78	100	6,45	-
	V-nad G			0,9	2,02	0,56	1,82	19,78	12,90	1,82	100	4,55	-
	Z			4	5,513	0,56	8,7	67,3	46,39	22,05	100	6,45	-
Garáž	S	N1.01/N2 - II.	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	J			4	2,6	-	10,4	-	10,40	10,40	100	3,39	-
	V			5,5	0,5	-	1,5	-	1,50	2,75	55	2,09	-
	Z			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 11.1 - Stanovení odstupových vzdáleností

Vliv stavby na okolí

Je očekávatelné, že stavba při své výstavbě bude zdrojem zvýšeného hluku. Provoz strojního zařízení tzv. na volnoběh bude omezen na nezbytné minimum. Dodavatel stavby je povinen respektovat požadované nejvyšší přípustné hodnoty hluku v chráněném venkovním prostoru po celou dobu výstavby.

Při provozu budovy bude vznikat hluk provozem tepelného čerpadla a provozem vzduchotechnické jednotky. Hluk vzduchotechnické jednotky bude významně omezen pomocí navržených tlumičů hluku osazených na sání i výtlač vzduchu. Venkovní jednotka tepelného čerpadla se od nejbližší hranice pozemku nachází ve vzdálenosti přibližně 14 m. Dle hlukové mapy a výpočtů bude útlum hluku na takovou vzdálenost dostatečný pro splnění veškerých limitů.

V průběhu výstavby i provozu objektu budou vznikat tuhé a další odpady. Odpady bez závadných příměsí jsou skladovány v popelnicích. Odvoz na skládku je zajištěn u příslušné firmy technických služeb, která má tuto činnost ve své náplni. Stavba tak nebude mít negativní vliv na své okolí.

Stavba nebude mít negativní vliv na kvalitu povrchových ani podzemních vod – vypouštěné odpadní vody jsou běžně biologické s odtokem do městské kanalizace a dále čištěné na městské čistírně odpadních vod.

Dešťové vody budou ze střech odváděny do podzemní dešťové nádrže, odkud budou dále využívány.

Dopravní řešení

Novostavba bude napojena na pozemní místní komunikaci vedoucí k pozemku. Stavba není projektována pro využití osobami se sníženou schopností pohybu a orientace. Garáž je projektována pro 2 osobní auta, další místo pro stání je na pozemku.

Na pozemku bude vybudována příjezdová cesta ke garáži, která bude napojena na veřejnou místní komunikaci.

Terénní úpravy a řešení vegetace

Terénní úpravy budou řešit především výkopy, násypy a modelaci terénu pro zpevněné plochy, chodníky a zarovnání terénu na výšku upraveného terénu v místě objektů. Výkopy ze základů budou dočasně umístěny na pozemku investora na předem určeném místě a později použít na terénní úpravy. Nepředpokládá se nutnost odvozu zeminy z pozemku.

Na střeše objektu garáže budou použity vytrvalé suchomilné rostliny.

Plochy nacházející se na stávajícím pozemku v místech, kde nebude nutné provedení skrývky vrchní vrstvy, budou ponechány ve stávajícím stavu, případně náležitě upraveny. V místech výkopů a úpravy terénu, bude ornice odstraněna, deponována na pozemku investora a následně použita na potřebných plochách a nebude uskladněna na skládce. Výsadba nízké keřové zeleně bude provedena jako doplnění travnatých ploch po dokončení stavby. Území bude vyčištěno od keřů, náletů a stromů do obvodu 70 cm.

Orientační náklady stavby

Orientační náklady na výstavbu RD a ostatních stavebních a inženýrských objektů jsou cca 8 000 000,- CZK, podrobněji dle níže uvedených odhadů cen.

Stavební objekty:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| ▪ SO.01 – Rodinný dům | - 7 000 CZK/m ³ -> 5 400 000,- CZK |
| ▪ SO.02 – Terasa rodinného domu | - 5 000 CZK/m ² -> 410 000,- CZK |
| ▪ SO.03 – Příjezdová cesta k objektu | - 5 000 CZK/m ² -> 844 000,- CZK |
| ▪ SO.04 – Zpevněné plochy parcely | - 5 000 CZK/m ² -> 211 000,- CZK |
| ▪ SO.05 – Plot | - 200 CZK/m -> 68 000,- CZK |

Inženýrské objekty:

- | | |
|---|---------------------------------|
| ▪ IO.01 – Přípojka vodovodní | - 3 000 CZK/bm -> 101 000,- CZK |
| ▪ IO.02 – Přípojka silového vedení NN | - 3 000 CZK/bm -> 120 000,- CZK |
| ▪ IO.03 – Přípojka kanalizační | - 3 000 CZK/bm -> 114 000,- CZK |
| ▪ IO.04 – Akumulační nádrž na dešťovou vodu | -> 50 000 CZK |

Ostatní náklady (např. FVE elektrárna, bazén...): -> 700 000,- CZK

Celkové orientační náklady: = **cca 8 000 000,- CZK**

Část B – Technická zařízení budov

Zdravotně technické instalace

Ke stávajícím inženýrským sítím budou napojeny vodovodní přípojka a přípojka splaškové kanalizace.

Řešený objekt bude napojený na veřejnou splaškovou kanalizaci pomocí nově vybudované přípojky z PVC KG DN 125. Na pozemku se nachází 2 revizní šachty o průměru 400 mm. Vnitřní kanalizace bude z PP HT. Vnitřní kanalizace bude vedena v připravených předstěnách. Odvětrání kanalizace je vyvedeno na střechu dle dokumentace.

Objekt je na veřejný vodovodní řád připojen pomocí přípojky HDPE PE-100 SDR, DN 40. Na pozemku se nachází vodoměrná šachta o průměru 1000 mm, ve které je umístěna vodovodní sestava. Z této šachty je voda přivedena do technické místnosti, kde prochází základy a vstupuje do objektu. Vnitřní rozvody jsou vedeny primárně v předstěnách, případně v podhledu. Objekt není vybaven cirkulačním potrubím teplé vody. Průměrná roční potřeba pitné vody je propočty stanovena na 146 m³/rok. Průměrná denní potřeba na 0,4 m³/den.

V objektu budou nataženy trubky pro vedení vody ke splachování toalet. Tato voda bude čerpána z podzemní nádrže na dešťovou vodu, kde bude voda srážková shromažďována.

Vytápění objektu

Jako zdroj tepla a chladu je navrženo tepelné čerpadlo vzduch/voda o jmenovitém výkonu pro vytápění 13,9 kW pro teplotní charakteristiku A2/W35. Topný faktor je pro A2/W35 roven 3,3. Pro vytápění je počítáno s teplotním spádem 35/30 °C. [4]

Tepelné čerpadlo bude v provedení Split. Vnitřní jednotka tepelného čerpadla bude umístěna v technické místnosti, zatímco venkovní jednotka na severní straně objektu, blízko technické místnosti. Při denním režimu je max. hladina akustického výkonu $L_{wa} = 61$ dB, při nočním režimu $L_{wa} = 53$ dB. Součástí vnitřní jednotky tepelného čerpadla je i nerezový zásobník teplé vody o objemu 188 l vybaven elektrickým záložním zdrojem o max. výkonu 8,5 kW.

Teplo bude po objektu distribuováno pomocí nízkoteplotního podlahového vytápění. V místnosti obytného prostoru budou navíc pod francouzskými okny navrženy konvektory.

Charakteristika TČ			Výstupní teplota / Potřebný výkon	
Výst. teplota ->	55 °C	35 °C	55 °C	35 °C
t_e [°C]	Výkon [kW]	Výkon [kW]	Ohřev TV [kW]	Vytápění [kW]
-15	6,2	7,9	9,84	5,32
-7	10,1	10,2	9,84	4,25
2	12,6	13,9	9,84	2,25
7	14,5	16,1	9,84	2,00
20	18,5	20,1	9,84	0

Tab.17.1 – Tabulka s přehledem potřebných a dostupných výkonů

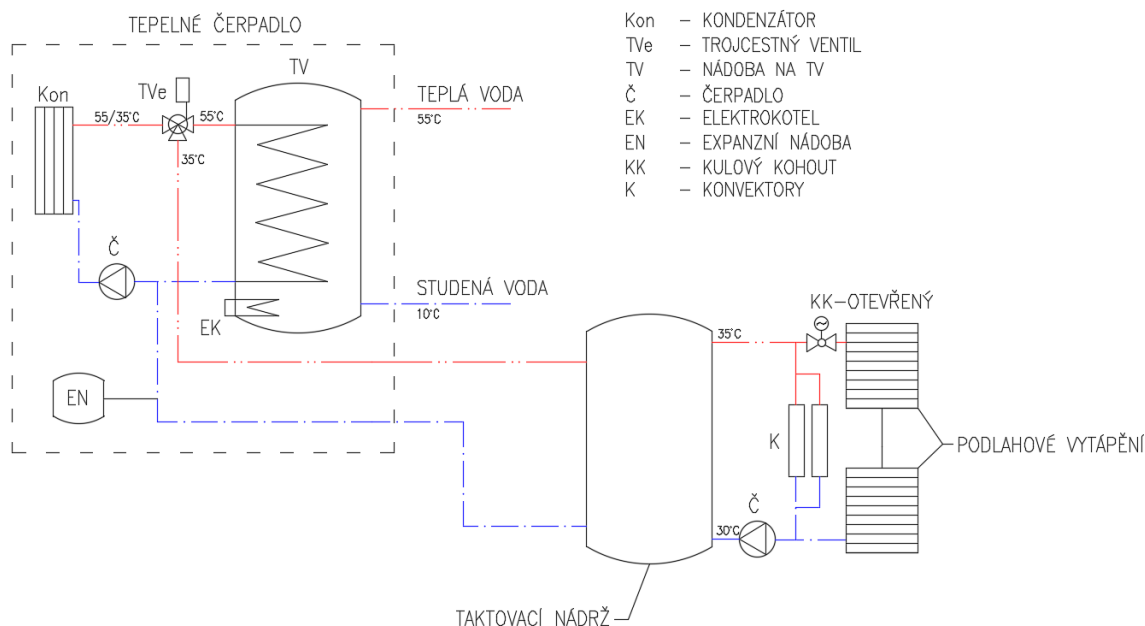
Jako referenční výrobek je vybráno tepelné čerpadlo GeniaAir Set split 10-5 OS. [4]

Navržena je akumulční (taktovací) nádoba o objemu 204 l určená k akumulaci tepla nebo chladu pro účely vytápění / chlazení. [5]



Obr. 17.2 – Tepelné čerpadlo GeniaAir Set split 10-5 OS [4]

Výstupní teplota vody pro vytápění bude 35 °C. Výstupní teplota vody pro ohřev TV bude 55 °C. Tyto provozní režimy budou od sebe odděleny pomocí třicestného ventilu – nebudou probíhat najednou (prioritní ohřev TV). Viz níže uvedené schéma zapojení.



Obr. 17.3 - Schéma zapojení pro ohřev TV a vytápění

Ohřev teplé vody

Pro celý objekt s projektovanou kapacitou 4 lidí je potřeba 180 l teplé vody denně (při odhadované potřebě 45 l/den na osobu). Teplá voda bude ohřívána na 55 °C pomocí tepelného čerpadla, k dohřevu vody slouží vestavěný záložní elektrokotel o max. výkonu 8,5 kW instalovaný do vnitřní jednotky tepelného čerpadla společně s integrovaným akumulčním zásobníkem TV o objemu 188 l. Součástí vnitřní jednotky je také expanzní nádrž o objemu 15 l. Ohřev TV bude prioritní, soustava musí být vybavena trojcestným ventilem, to znamená že se bude buď ohřívát TV, nebo ohřívát voda na vytápění. [4]

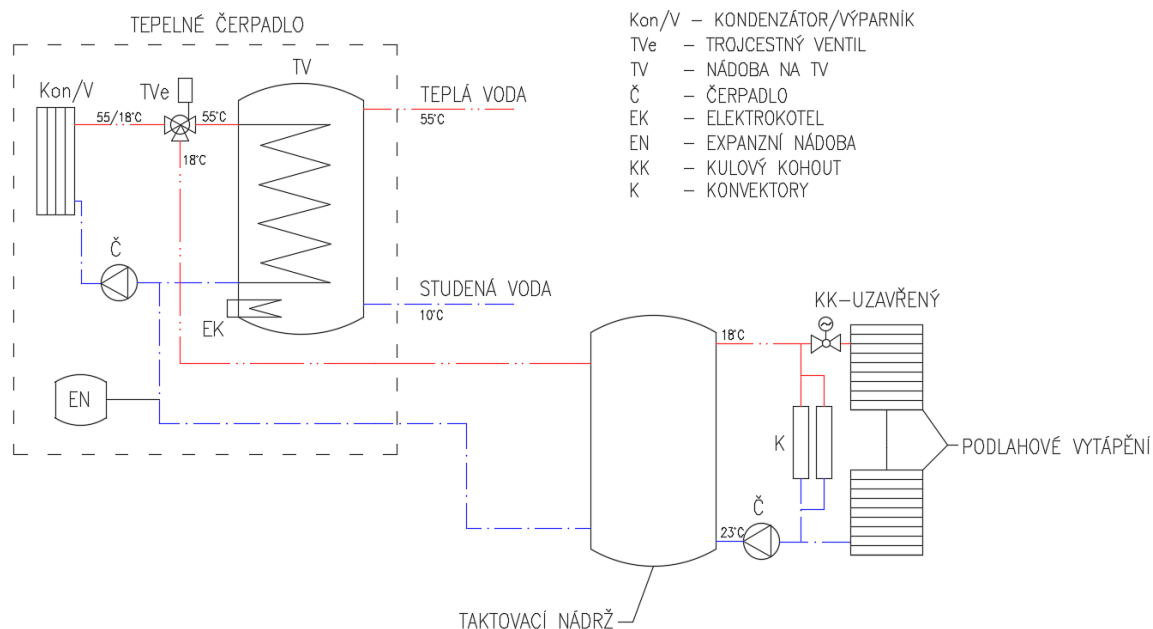
Voda v ohřivači bude min. 2x měsíčně ohřívána na teplotu přes 65 °C, a to z hygienických důvodů – zamezení rozvoji legionelly.

Chlazení

Navržené tepelné čerpadlo bude schopné pracovat v reverzním chodu. To znamená, že v létě dokáže chladit. Tohoto chlazení bude využíváno pouze v místnosti obytného prostoru.

Jako zdroj chladu je navrženo tepelné čerpadlo vzduch/voda o jmenovitém výkonu pro chlazení 12,80 kW pro teplotní charakteristiku A35/W18. Chladicí faktor je pro A35/W18 roven 3,4. Pro chlazení je počítáno s teplotním spádem 18/23 °C. Akustický výkon při chlazení při teplotní charakteristice A35/W18 dosahuje 59 dB. [4]

Chlad bude distribuován pomocí konvektorů se zabudovanými ventilátory – ty budou dopomáhat ke smísení studenějšího přiváděného vzduchu s vnitřním vzduchem.



Obr. 19.1 – Schéma zapojení pro chlazení

Větrání

Objekt bude nuceně větrán pomocí vzduchotechnické jednotky. Větrání objektu je nastaveno na rovnovážnou vzduchovou bilanci. Je počítáno s přívodem 25 m³/h na jednu osobu. Z níže uvedené tabulky lze vyčíst celkový objem průtoku větracího vzduchu 284 m³/h pro celý objekt. Výměna vzduchu vzhledem k celé budově je stanovena na 0,53 h⁻¹. Ve všech obytných místnostech tedy bude splněna podmínka minimální intenzity větrání, která je stanovena na 0,5 h⁻¹. Do celkového vzduchového objemu budovy není počítáno s garáží, vzhledem k faktu, že garáž nebude větrána pomocí vzduchotechnické jednotky. Garáž bude větrána přirozeně pomocí navržených otvorů zakončených mřížkami. [6][7][8][9]

Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PODL. PLOCHA [m ²]	VZDUCH. OBJEM [m ³]	PŘÍVOD [m ³ /h]	ODVOD [m ³ /h]	VÝMĚNA [1/h]
101	zádveří	8,52	23,96	-	-50	2,09
102	Chodba/schodiště	13,23	37,21	-	-	-
103	Obytný prostor	43,78	123,13	125	-100	1,02
104	Spíž	1,56	4,39	-	-	-
105	Pracovna	16,83	47,33	50	-	1,06
106	WC	7,00	19,69	-	-50	2,54
107	Technická místnost	8,09	22,75	-	-25	1,10
108	Garáž	62,05	174,52	-	-	-
201	Galerie	20,82	56,21	-	-	-
202	Chodba	2,77	7,48	-	-	-
203	Dětský pokoj 1	12,43	33,56	25	-	0,74
204	Koupelna	8,70	23,49	-	-59	2,51
205	Dětský pokoj 2	17,09	53,83	34	-	0,63
206	Šatna	6,21	19,56	-	-	-
207	Ložnice	20,66	65,08	50	-	0,77
210	Terasa	14,65	-	-	-	-
	CELKEM	264,39	537,68	284	-284	0,53

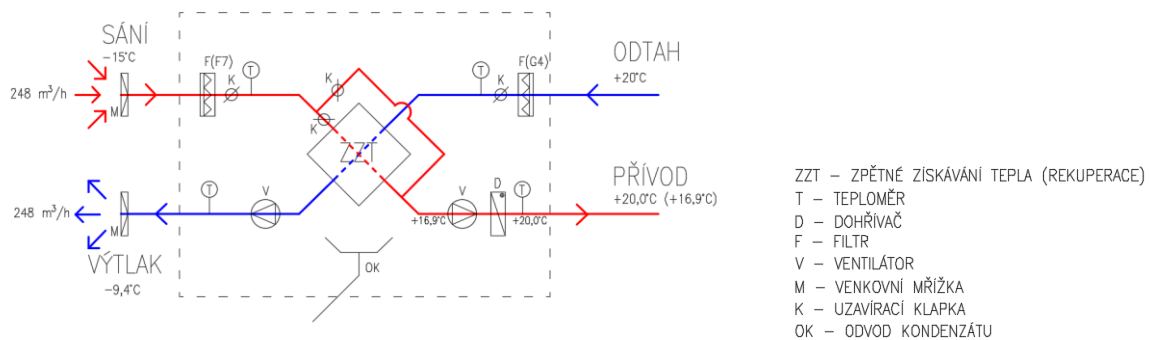
Obr. 20.1 – Vzduchová bilance jednotlivých místností

Vzduchotechnická jednotka je navržena pro celkovou max. tlakovou ztrátu 124 Pa a objemu větraného vzduchu 284 m³/h. Účinnost rekuperace je 91 %. Jednotka je vybavena automatickým elektrickým dohříváčem. [6]



Obr. 20.2 – Referenční výrobek – Štorc Brink Flair 325 [6]

Vzduchotechnická jednotka obsahuje jednotku zpětného získávání tepla, letní by-pass, filtry na přívodu i odvodu i dohříváč vzduchu na přívodu. Je zde i možnost přidání zvlhčovače vzduchu na přívodní potrubí hned za vzduchotechnickou jednotku. Níže na schématu uvedeno funkční schéma VZT jednotky.



Obr. 20.3 – Funkční schéma VZT jednotky

Distribuce čerstvého vzduchu je zajištěna pomocí vzduchotechnického potrubí vedeného v podhledech. Na vzduchotechnické potrubí jsou osazeny tlumiče hluku na všech potrubí – tedy na přívodu, odvodu, sání i výtlaku. Na přívodu je navíc osazen ještě jeden tlumič. Ty zajistí, že ve všech pobytových místnostech nebudou překročeny normové limitní hodnoty.

Konečnými elementy budou na odvodu talířové odvodní ventily, na přívodu převážně stěnové difuzory, případně talířový přívodní ventil.

Umělé osvětlení

Obytné místnosti mají zajištěno dostatečné denní osvětlení v souladu s normovými hodnotami. Osvětlení je řešeno přirozeně okny. Navrženo je také umělé osvětlení tvořené úspornými LED žárovkami.

Elektroinstalace

Objekt je připojen k silovému podzemnímu vedení nízkého napětí. Přípojka bude z kabelu CYKY 4Bx10 (zde je potřeba detailního návrhu, který není součástí této dokumentace) a je vedena v PVC chráničce DN 50. Elektroměr bude umístěn v elektroměrové skříni v plotě na jižní hranici pozemku, při příjezdové cestě. Hlavní rozvaděč společně s pojistkovou skříni budou v objektu umístěny v technické místnosti. Ochrana před úrazem elektrickým proudem bude zajištěna automatickým odpojením od zdroje. Velikost hlavního jističe bude dle návrhu 3x32A.

Rozvodná soustava bude 3+N+PE AC 400/230 50 Hz, TN-C-S.

Hromosvod bude řešen zemnicím páskem FeZn 30x4 mm uloženým v základové spáře základových pásů. Jímací tyče budou umístěny na ploché střeše objektu, svody budou řešeny po fasádě.

Využití dešťové vody

V objektu bude srážková voda využita zejména na splachování a na zavlažovací účely. Roční nátok srážkové vody je dostačující na pokrytí celoročních požadavků na splachování v celém objektu a také na zavlažování přibližně 20 % zatravněné části pozemku.

Na pozemku je navržena akumulční nádrž na dešťovou vodu o objemu 8,3 m³. [10] Z této akumulční nádrže je pomocí čerpadla srážková voda čerpána do objektu až k jednotlivým toaletám. Samotná akumulční nádrž bude zároveň vybavena přepadem, který přebytečnou vodu odvede do vsakovacího zařízení – vsakovací nádrže/průlehu. Vsakovací zařízení bude mít vsakovací plochu přibližně 25 m² a objem 3,4 m³.

	Střecha-vyšší	Střecha-nižší	Garáž
Plocha střechy [m ²]	60,0	70,2	73,0
dlouhodobé srážky [mm/rok]	802	802	802
součinitel výtěžnosti	0,7	0,7	0,5
mechanické čištění účinnost	0,9	0,9	0,9
Průměrný roční nátok srážek [m ³ /rok]	30,3	35,5	26,3

92,1 m³/rok

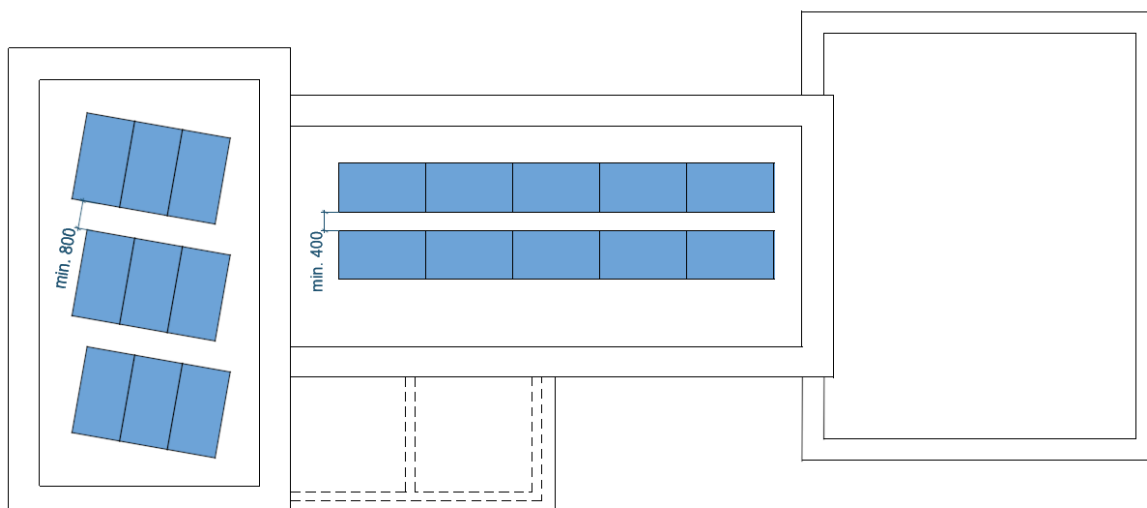
Obr. 23.1 – Roční nátok srážkové vody

K splachování bude v objektu využívána výhradně voda srážková. Docházet k tomu bude tak, že do nádrže na dešťovou vodu bude instalováno čerpadlo, které bude čerpat vodu do objektu až k jednotlivým toaletám. Do nádrže na dešťovou vodu bude zároveň přivedeno doplňování z vodovodu. To bude sloužit k doplnění vodovodní pitné vody do nádrže v případě nedostatku vody srážkové. K těmto účelům bude navrženo potrubí pro vedení srážkové vody od podzemní dešťové nádrže až k jednotlivým toaletám.

Fotovoltaika

Na střeše je počítáno s provozem fotovoltaické elektrárny o přibližném výkonu 7,79 kWp. To by mělo dle propočtů objektu zajistit přibližně 7,55 MWh elektřiny ročně. Celkově se na střeše bude nacházet 19 ks fotovoltaických panelů. Počítáno se sklonem panelů 20° a orientací vůči jihu 0°-10°. V objektu je počítáno s použitím baterie o velikosti 10 kWh umístěné v technické místnosti, do které se bude přebytečná elektřina ukládat.

Vyrobená elektřina je určena primárně k okamžité spotřebě, k nabíjení elektromobilu, případně k ukládání do baterie. Přebytečnou energii lze přeprodávat do sítě, případně sdílet se sousedy. Vyrobená elektřina povede z fotovoltaických panelů do střídače, poté do hlavního jističe FVE (RFVE) a teprve až poté do hlavního rozvaděče (RH).



Obr. 24.1 – Schéma rozmístění fotovoltaických panelů

Průkaz energetické náročnosti budovy

Pomocí programu Deksoft [14] byl pro objekt vytvořen průkaz energetické náročnosti budovy. Dle výsledků se objekt s přehledem umístí do kategorie A vzhledem k primární energii z neobnovitelných zdrojů. Spočítaná měrná potřeba tepla na vytápění se rovná $25,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{rok})$, čímž se objekt zařazuje do kategorie nízkoenergetický dům. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy, tedy ukazatel kvality provedení obálky budovy, se rovná $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{rok})$, což budovu zařazuje do nejlepší kategorie A. V téměř všech oblastech hodnocení se objekt zařadí do kategorie A, pouze s výjimkou přípravy teplé vody, kde je zařazena do kategorie B.

Požadavky pro výstavbu nové budovy jsou splněny.

Viz níže přiložené grafické vyhodnocení průkazu energetické náročnosti budovy (PENB).

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov


Ulice, číslo: Nová Ves, parc. 777/6

PSČ, místo: 739 11, Frýdlant nad Ostravicí

K.ú., parcelní č.: Nová Ves u Frýdlantu nad Ostravicí (705705), 7...

Typ budovy: Rodinný dům

Celková energeticky vztažná plocha: 258 m²



KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m²·rok)

A
22.8

Mimořádně úsporná	A	← 58.4
Velmi úsporná	B	← 87.5
Úsporná	C	← 117
Méně úsporná	D	← 168
Nehospodárná	E	← 219
Velmi nehospodárná	F	← 270
Mimořádně nehospodárná	G	

Požadavky pro výstavbu nové budovy od 1.1.2022

jsou SPLNĚNY

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ energie okolního prostředí: 11.2

■ elektřina: 4



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.20 W/(m ² ·K)	A
	Měrná potřeba tepla na vytápění	25.0 kWh/(m ² ·rok)	
Celková dodaná energie		58.7 kWh/(m ² ·rok)	A
	Vytápění	33.2 kWh/(m ² ·rok)	A
	Chlazení	1.69 kWh/(m ² ·rok)	-
	Nucené větrání	0.82 kWh/(m ² ·rok)	A
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	21.2 kWh/(m ² ·rok)	B
	Osvětlení	1.83 kWh/(m ² ·rok)	A

<p>Energetický specialista:</p> <p>Osvědčení č.:</p> <p>Kontakt:</p>	<p>Ev. č. průkazu:</p> <p>Vyhotoveno dne: 14.05.2024</p> <p>Podpis:</p>
---	--

Závěr

Úkolem byl návrh energeticky efektivního rodinného domu pro čtyřčlennou rodinu. Navržen byl dvoupatrový moderní rodinný dům splňující požadavky vyhlášek, zákonů a norem platných v době zpracovávání práce. Dům je dle průkazu energetické náročnosti budov zařazen do kategorie A, tedy té nejlepší. Cíle bakalářské práce tedy bylo dosaženo.

Objekt se v průběhu návrhu a vypracovávání bakalářské práce autorovi měnil pod rukama a konečného tvaru doznal až po mnoha různých úpravách.

Samotná práce byla rozdělena do dvou samostatných, ale na sobě navzájem závislých částí. Části A – Pozemní stavitelství a části B – Technická zařízení budov. V každé této části byla detailně řešena jednotlivá témata týkající se zpracovávaného objektu.

V části A se práce zaměřila na architektonicko-stavební řešení, stavebně-konstrukční řešení, požární bezpečnost staveb, umístění stavby na pozemku, vizualizace objektu a textové zprávy potřebné k udělení stavebního povolení.

V části B se práce zaměřila na návrh technických zařízení budov v koncepčním rozsahu, stavební fyziku, vypracování PENB a na návrh vzduchotechnického systému v rozsahu pro prováděcí projekt.

Seznam použitých zdrojů

Použitá odborná literatura

REMEŠ, Josef. *Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. 2.*, aktualiz. vyd. Stavitel. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-802-4751-429.

BENEŠ, Petr; SEDLÁKOVÁ, Markéta; RUSINOVÁ, Marie; BENEŠOVÁ, Romana a ŠVECOVÁ, Táňa. *Požární bezpečnost staveb: modul M01 : požární bezpečnost staveb*. Vydání první. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2016. ISBN 978-807-2049-431.

Internetové zdroje

[1] *Územní plán Frýdlant nad Ostravicí*. Online. Územní plánování. [2021]. Dostupné z: <https://www.frydlantno.cz/uzemni-planovani/ds-1384>. [cit. 2024-05-06].

[2] Online. Státní správa zeměměřičství a katastru. ©2023. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz>. [cit. 2024-05-06].

[3] Online. Radonový program. ©2016. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/radon/#>. [cit. 2024-05-06].

[4] PROTHERM. *Systém GeniaAir split*. Online. Protherm. ©2022. Dostupné z: <https://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/produkty/system-geniaair-split-14592.html#productdetail--how-to-get>. [cit. 2024-05-06].

[5] *Akumulační nádrž PS 200 IZ*. Online. Regulus. ©2015-2024. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/akumulacni-nadrz-ps-200-iz>. [cit. 2024-05-06].

[6] *Flair 325/400*. Online. Štorc. ©2022. Dostupné z: <https://www.storc.cz/produkt/flair-325400>. [cit. 2024-05-06].

[7] *Katalog VZT komponentů Air Excellent*. Online. Štorc. 2019. Dostupné z: https://www.storc.cz/sites/default/files/stazeni/2023/07/katalog_vzt_air_excellent_3q19_0.pdf. [cit. 2024-05-06].

[8] *Návrh funkce vzduchotechniky a klimatizace*. Online. QPRO. ©2006-2024. Dostupné z: <https://www.qpro.cz/Dimenzovani-jednotky-hx-diagram>. [cit. 2024-05-06].

[9] *Potrubí Air Excellent*. Online. Štorc. ©2022. Dostupné z: <https://www.storc.cz/produkt/potrubni-air-excellent>. [cit. 2024-05-06].

[10] *NÁDRŽ NA DEŠŤOVOU VODU GLOBOLINE 8300 L*. Online. Dešťovky.cz. ©2024. Dostupné z: <https://www.destovky.cz/globoline/nadrz-na-destovou-vodu-globoline-8300-l/>. [cit. 2024-05-06].

[11] *Potrubní systémy (ADS)*. Online. Lindab. ©2023. Dostupné z: <https://www.lindab.cz/catalog/vzduchotechnika/potrubni-systemy-ads/?sort=popularity&display=16&page=2>. [cit. 2024-05-06].

- [12] *Systémy odvodnění plochých střech*. Online. TOPWET. ©2024. Dostupné z: <https://www.topwet.cz>. [cit. 2024-05-06].
- [13] Online. Centrum pasivního domu. ©2006-2020. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz>. [cit. 2024-05-06].
- [14] Online. DEKSOFT. ©2024. Dostupné z: <https://deksoft.eu>. [cit. 2024-05-06].
- [15] *Vápenopískové zdivo*. Online. KM BETA. ©2024. Dostupné z: https://www.kmbeta.cz/sendwix?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw_-GxBhC1ARIsADGgDju83qBssWTPQjjsXYsSKmLexlcn1JE280cLcfR48yLDf7sJjzY5Zg8aAi--EALw_wcBhttps://www.kmbeta.cz/sendwix?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw_-GxBhC1ARIsADGgDju83qBssWTPQjjsXYsSKmLexlcn1JE280cLcfR48yLDf7sJjzY5Zg8aAi--EALw_wcB. [cit. 2024-05-06].
- [16] Online. ISOVER. Dostupné z: <https://www.isover.cz>. [cit. 2024-05-06].
- [17] Online. TZB Info. ©2001-2024. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz>. [cit. 2024-05-06].
- [18] *Identifikace výrobku CLASSIC PORTAL 76*. Online. Nová zelená úsporám. © Státní fond životního prostředí ČR. Dostupné z: <https://registrace.novazelenausporam.cz/vyhledavani/vyrobek/SVT7000/classic-portal-76/>. [cit. 2024-05-06].
- [19] *Identifikace výrobku Okna REHAU SYNEGO*. Online. Nová zelená úsporám. © Státní fond životního prostředí ČR. Dostupné z: <https://registrace.novazelenausporam.cz/vyhledavani/vyrobek/SVT9704/okna-rehau-synego/>. [cit. 2024-05-06].
- [20] *Identifikace výrobku ALPHALINE 90 MD*. Online. Nová zelená úsporám. © Státní fond životního prostředí ČR. Dostupné z: <https://registrace.novazelenausporam.cz/vyhledavani/vyrobek/SVT3576/alphaline-90-md-uw-0-75-s-ug-0-5trojsklo/>. [cit. 2024-05-06].
- [21] *Technické dokumenty - Zateplovací systémy*. Online. Baumit. [2024]. Dostupné z: <https://baumit.cz/servis-a-dokumenty/technicke-dokumenty>. [cit. 2024-05-06].
- [22] *Skladby a systémy DEK*. Online. DEK. ©2024. Dostupné z: <https://www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/skladby-a-systemy-dek>. [cit. 2024-05-06].
- [23] *Isokorb pro železobetonové konstrukce*. Online. Schöck. [2023]. Dostupné z: https://www.schoeck.com/view/3708/Technicke_informace_Schoeck_Isokorb_%5B3708%5D.pdf. [cit. 2024-05-06].
- [24] *Balkony a terasy*. Online. Schlüter Systems. © Schlüter-Systems KG. Dostupné z: <https://www.schlueter.cz/balkony-a-terasy.aspx>. [cit. 2024-05-06].
- [25] *Drenáž kolem domu*. Online. Venkovský dům. ©2024. Dostupné z: <https://venkovskydum.cz/drenaz-kolem-domu/>. [cit. 2024-05-06].
- [26] *Sbírka zákonů ČR*. Online. Zákony pro lidi. ©2010-2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz>. [cit. 2024-05-06].

- [27] *Elektroinstalace*. Online. [2024]. Dostupné z: https://lms.fce.vutbr.cz/pluginfile.php/111636/mod_resource/content/1/EVB_BC_Elektro_v2.pdf. [cit. 2024-05-06].
- [28] *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*. Online. 2022. Dostupné z: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/. [cit. 2024-05-06].
- [29] *Povodňový informační systém*. Online. Ministerstvo životního prostředí ČR. 2020. Dostupné z: https://webmap.dppcr.cz/dpp_cr/povis.dll?MU=001&MAP=5440&lon=15.4589425&lat=49.7953893&scale=1935360. [cit. 2024-05-06].
- [30] *Mapa potenciálního vsaku (potenciální infiltrace) území*. Online. Vodakh. [2014]. Dostupné z: https://www.vodakh.cz/wp-content/uploads/2014/10/OOV_Mapa_potencialniho_vsaku_20151022.pdf. [cit. 2024-05-06].
- [31] SMELÍK, Lukáš. *Proudění podzemní vody*. Online. Informační systém Masarykovy univerzity. [2016]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/sci/jaro2016/Z8076/um/62589883/2_Proudeni_podzemni_vody.pdf. [cit. 2024-05-07].

Zákony a vyhlášky

Stavební zákon č. 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů

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

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

Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov.

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb.

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

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

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

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

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

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

Zákon č. 541/2020 Sb., zákon o odpadech

České technické normy

- ČR. ČSN 73 0540-1, *Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie.*
- ČR. ČSN 73 0540-2, *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky.*
- ČR. ČSN 73 0540-3, *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin.*
- ČR. ČSN 73 0540-4, *Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody.*
- ČR. ČSN 73 0833, *Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování.*
- ČR. ČSN 73 0532, *Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků - Požadavky.*
- ČR. ČSN 73 0580-1, *Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky.*
- ČR. ČSN 73 0580-2, *Denní osvětlení budov - Část 2: Denní osvětlení obytných budov.*
- ČR. ČSN 01 3454, *Technické výkresy - Instalace - Vzduchotechnika, klimatizace.*
- ČR. ČSN 12 7010, *Vzduchotechnická zařízení - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení - Obecná ustanovení.*
- ČR. ČSN 73 4301, *Obytné budovy.*
- ČR. ČSN EN 17037+A1, *Denní osvětlení budov.*
- ČR. ČSN 73 0810, *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení.*
- ČR. ČSN 73 0802 ed. 2, *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty.*
- ČR. ČSN 73 0818, *Požární bezpečnost staveb - Obsazení objektů osobami.*
- ČR. ČSN 73 0872, *Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením.*
- ČR. ČSN 73 0873, *Požární bezpečnost staveb - Zásobování požární vodou.*
- ČR. ČSN 06 1008, *Požární bezpečnost tepelných zařízení.*
- ČR. ČSN 01 3495, *Výkresy ve stavebnictví - Výkresy požární bezpečnosti staveb.*
- ČR. ČSN 73 4130, *Schodiště a šikmé rampy - Základní požadavky.*
- ČR. TNV 75 9011, *Hospodaření se srážkovými vodami.*

Použitý software

ArchiCAD
AutoCAD
SketchUp
BuildingDesign
Hluk+
MS OFFICE
Teruna
Lumion
Deksoft

Seznam použitých zkratek a symbolů

VPC	Vápenopískové tvárnice
ŽB	Železobeton
SPB	Stupeň požární bezpečnosti
RD	Rodinný dům
FVE	Fotovoltaika
TV	Teplá voda
VZT	Vzduchotechnika
RH	Hlavní rozvaděč
RFVE	Rozvaděč fotovoltaiky
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení
OP LES	Ochranné pásmo lesa
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
NN	Nízké napětí
TZB	Technická zařízení budov
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
KS	Konstrukční systém
PHP	Přenosné hasicí přístroje

H [MJ/kg]	Výhřevnost
Q [MJ/m ²]	Množství uvolněného tepla
v [m/s]	Rychlost proudění
Q [l/s]	Rychlost průtoku vody
U [W/(m ² ·K)]	Součinitel prostupu tepla
H _t [W/K]	Měrná ztráta prostupem tepla
Q _t [kW]	Tepelná ztráta prostupem
t _i [°C]	Návrhová vnitřní teplota vzduchu
t _e [°C]	Návrhová venkovní teplota vzduchu
V _a [m ³]	Vzduchový objem budovy
c [J/kgK]	Tepelná kapacita
ρ [kg/m ³]	Hustota
Q [kW]	Výkon
I [A]	Proud
P [W]	Příkon
U [V]	Napětí
L _p [dB]	Akustický výkon
RH [%]	Relativní vlhkost
k _v [m/s]	Koeficient vsaku
n [h ⁻¹]	Výměna vzduchu
η [%]	Účinnost
V [m ³ /h]	Objemový průtok
Q [-]	Směrový činitel
r [m]	Vzdálenost

Seznam příloh

PŘÍLOHA A – POZEMNÍ STAVBY

A.1	PŘÍPRAVNÉ A STUDIJNÍ VÝKRESY	
A.1.1	VÝPOČET SCHODIŠTĚ	-
A.1.2	PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ZÁKLADŮ	-
A.1.3	NÁVRH STROPNÍ KONSTRUKCE	-
A.1.4	DIMENZOVÁNÍ STŘEŠNÍCH PŘEPADŮ	-
A.1.5	PŘEDBĚŽNÝ VÝPOČET A SCHÉMA FVE	-
A.1.6	STUDIE PŮDORYSU 1.NP	1:100
A.1.7	STUDIE PŮDORYSU 2.NP	1:100
A.1.8	STUDIE ŘEZU	1:100
A.2	PRŮVODNÍ A SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	
A.2.1	PRŮVODNÍ ZPRÁVA	-
A.2.2	SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	-
A.3	SITUAČNÍ VÝKRESY	
A.3.1	SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ	1:2000
A.3.2	KATASTRÁLNÍ SITUAČNÍ VÝKRES	1:500
A.3.3	KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES	1:300
A.4	ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ	
A.4.1	PŮDORYS 1.NP	1:50
A.4.2	PŮDORYS 2.NP	1:50
A.4.3	ŘEZY	1:50
A.4.4	POHLEDY	1:100
A.4.5	VÝPISY SKLADEB	-
A.4.6	D1 – DETAIL SOKLU	1:10
A.4.7	D2 – DETAIL ATIKY	1:10
A.4.8	D3 – DETAIL NADOKENNÍHO ŽALUZIOVÉHO BOXU	1:10
A.4.9	D4 – DETAIL NAPOJENÍ BALKONU	1:10
A.4.10	D5 – DETAIL PARAPETU A NAPOJENÍ TERASY	1:10
A.4.11	VÝPIS VÝPLNÍ OTVORŮ	-
A.5	STAVEBNĚ-KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	
A.5.1	VÝKRES ZÁKLADŮ	1:50
A.5.2	VÝKRES STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 1NP	1:50
A.5.3	VÝKRES PLOCHÉ STŘECHY	1:50
A.6	POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB	
A.6.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA PBŘ	-

A.7	VIZUALIZACE	
A.7.1	VIZUALIZACE EXTERIÉRU	-
A.7.2	VIZUALIZACE INTERIÉRU	-

PŘÍLOHA B – TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV

B.1	TECHNIKA PROSTŘEDÍ	
B.1.1	TECHNIKA PROSTŘEDÍ – VÝPOČTY	-
B.1.2	STUDIE VODOVODU A KANALIZACE	1:100
B.1.3	STUDIE VYTÁPĚNÍ A VZDUCHOTECHNIKY	1:100
B.1.4	TECHNICKÁ ZPRÁVA VZT	-
B.1.5	VÝKRES A ŘEZY VZT 1NP	1:50
B.1.6	VÝKRES VZT 2NP	1:50
B.1.7	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	1:50
B.2	STAVEBNÍ FYZIKA	
B.2.1	STAVEBNĚ-FYZIKÁLNÍ HODNOCENÍ OBJEKTU	-
B.3	PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	
B.3.1	PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	-