



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

Lenka Krumpolcová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. František Vlach, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav pozemního stavitelství
Studentka:	Lenka Krumpolcová
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

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je navrhnout rodinný dům s téměř nulovou spotřebou energie. Dům má dvě nadzemní podlaží a plochou střechu. Stropní konstrukce je navržena jako železobetonová. Základové pásy jsou navrženy z prostého betonu. Svislé konstrukce jsou navrženy z keramických tvárnic. Obvodový plášť je zateplený ETICS.

V prvním nadzemním podlažím se nachází předsíň, šatna s prádelnou, technická místnost, koupelna, pokoj pro hosty, spíž, obývací pokoj s kuchyní a jídelnou. Ve druhém nadzemním podlaží je ložnice, dva dětské pokoje, koupelna, samostatné WC, šatna a pracovna.

Vytápění objektu a ohřev teplé vody zajišťuje tepelné čerpadlo vzduch-voda. Objekt je vytápěný podlahovým vytápěním. Větrání je zprostředkováno nuceným větráním s rekuperací tepla. Dešťová voda je zachycována ze střechy a následně odváděna do akumulární nádrže. Voda z akumulární nádrže je následně využívána k závlaze zeleně a splachování toalet. Nevyužitá voda bude odvedena do vsakovacích bloků. Na ploché střeše jsou umístěny fotovoltaické panely. Na základě hodinového výpočtu spadá navržený rodinný dům do klasifikační třídy „A – mimořádně energeticky úsporný“.

KEYWORDS

flat roof, energy performance certificate, ceramic blocks, building physics, heat pump, detached house

ABSTARCT

The aim of this Bachelor's thesis is to design a nearly zero-energy detached house in Holešov, Zlín region. The house has two floors and a flat roof. The floor structure are designed as reinforced concrete. The foundation strips are designed from plain concrete, the vertical structural system is designed from ceramics blocs. The external walls are insulated with ETICS.

On the first floor, there is a wind lobby, a dressing room with a laundry, a utility room, a bathroom, a guest room, a pantry, a living room with kitchen and a dining room. On the second floor, there is a bedroom, two children's rooms, a bathroom, a separate toilet, a dressing room and a study.

Space heating and domestic hot water heating in this house is provided by air-water heat pump. The building is heated by underfloor heating. Ventilation is mediated by a forced unit with heat recovery. Rainwater is collected from the roof and then drained into the storage tank. The water from the storage tank is then used for irrigation of greenery and flushing of toilets. Unused water will be infiltrated into the ground on the property. Photovoltaic panels are placed on the flat roof. On the basis of hourly calculations, the designed single-family house falls into the classification class „A - exceptionally energy efficient“.

KLÍČOVÁ SLOVA

plochá střecha, energetický štítek budovy, keramické tvarovky, stavební fyzika, tepelné čerpadlo, rodinný dům

BIBLIOGRAFICKÉ CITACE

KRUMPOLCOVÁ, Lenka. *Energeticky efektivní rodinný dům*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí práce František Vlach.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Františku Vlachovy, Ph.D. za věnovaný čas, odborné připomínky, cenné rady a ochotu. Dále bych ráda poděkovala konzultantovi mé bakalářské práce paní Ing. Lucii Vendlové, Ph.D. za trpělivost a přátelský přístup.

Velké díky patří také celému blízkému okolí za trpělivost a podporu během mého studia.

Obsah

Úvod	10
Vlastní text.....	11
1. Charakteristika lokality	11
2. Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení.....	11
3. Navrhované kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů).....	11
4. Architektonické a tvarové řešení.....	12
5. Dispoziční a provozní řešení	12
6. Bezbariérové užívání stavby	12
7. Konstrukční a materiálové řešení.....	12
8. Stavební tepelná technika	14
9. Stavební akustika a ochrana před hlukem.....	15
10. Denní osvětlení a proslunění.....	15
11. Energetická náročnost budovy.....	16
12. Zdravotně technické instalace.....	17
13. Vytápění a ohřev vody.....	18
14. Větrání.....	20
15. Chlazení	21
16. Umělé osvětlení.....	21
17. Elektroinstalace.....	21
18. Požárně bezpečnostní řešení.....	21
19. Vliv stavby na okolí (hluk, vibrace, prašnost)	23
20. Dopravní řešení.....	23
Závěr	23
Seznam použitých zdrojů	24
Odborná literatura	24
Právní předpisy.....	24
Elektronické zdroje	25
Seznam použitých zkratk a symbolů	27
Seznam příloh	30
Příloha B Technická zařízení budov	30

Úvod

Smyslem práce bylo navrhnout efektivní a udržitelné řešení rodinného domu. Zároveň navrhnout vhodné dispoziční řešení, zvolit vhodné materiály, konstrukční prvky a technický systém. Práce je rozdělaná na dvě části, a to na část I. Architektonicky-stavební řešení a část II. Technické zařízení budov.

První část je zaměřena na dispoziční a konstrukční řešení. Obsahuje průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, požárně bezpečnostní řešení, půdorysy podlaží, detaily, výkres základů, konstrukci zastřešení, svislé řezy, technické pohledy. Dále je zde posouzení jednotlivých konstrukcí z hlediska stavební fyziky.

Druhá část je zaměřena na koncepční studii vytápění, vzduchotechniky a elektroinstalací. Zdravotně technické instalace jsou na úrovni prováděcí dokumentace. Součástí je průkaz energetické náročnosti budovy.

Vlastní text

1. Charakteristika lokality

Pozemek pro výstavbu rodinného domu se nachází v městě Holešov, k. ú. Holešov. Rodinný dům je navržen na okraji města. Objekt je uvažován na pozemku s parcelním číslem xxx/1. Pozemek je tvaru nepravidelného čtyřúhelníku.

2. Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Tabulka 1 - Členění stavby

	STAVEBNÍ A INŽENÝRSKÉ OBJEKTY
SO-01	Rodinný dům
SO-02	Okapový chodník
SO-03	Pochozí plocha z betonové dlažby
SO-04	Pojízdná plocha z betonových dlažby, přístupová komunikace ke garáži
SO-05	Terasa
SO-06	Akumulační nádrž
SO-07	Vsakovací plocha
IO-01	Přípojka splaškové kanalizace
IO-02	Vodovodní přípojka
IO-03	Přípojka NN

3. Navrhované kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů)

Zastavěná plocha:	189 m ²
Zpevněné plochy:	110 m ²
Užitná plocha:	235,51 m ²
Počet funkčních jednotek:	1 (7+kk)
Počet uživatelů:	4 osoby
Počet podlaží:	2
Výška stavby:	7,180 m

4. Architektonické a tvarové řešení

Půdorysný tvar rodinného domu je tvaru T. Objekt má dvě nadzemní podlaží. Druhé nadzemní podlaží je částečně vykonzolováno. Konzola je na jižní straně objektu, slouží jako stínění nad terasou a zároveň tvoří v letním období stín na HS portálu. Jako střešní konstrukce je navržena plochá střecha – kačírek. Fasáda je tvořena bílou barvou.

5. Dispoziční a provozní řešení

Hlavní vstup do objektu je z východní strany objektu. Ze zádveří je přístup do chodby, z které je přístup do pokoje pro hosty, koupelny, technické místnosti, šatny s prádelnou, obývacího pokoje, který je spojený s kuchyní a jídelnou. Vedle kuchyňské linky je špajz. Z obývacího pokoje je přístup na terasu. Vjezd do garáže je z východní strany. Z garáže je možný přístup do šatny a následně do zádveří. Vchod ze zahrady do objektu je umožněn přes technickou místnost.

Ve druhém nadzemním podlaží se nachází dva dětské pokoje, ložnice, pracovna, koupelna, WC a šatna. Z pracovny vede vchod na pochozí plochu, která je nad garáží a zahradním skladem.

6. Bezbariérové užívání stavby

Budova není navržena jako bezbariérová.

7. Konstruktivní a materiálové řešení

- Základové konstrukce
 - Základy budou provedeny jako základové pásy do nezámrazné hloubky.
 - Podkladní betonová deska je tloušťky 150 mm.
 - V základech bude provedeno uzemnění pomocí zemních pásků.
- Svislé nosné konstrukce
 - Obvodové a vnitřní nosné konstrukce nadzemních podlaží budou z keramických tvárnic Porotherm 30 Profi o rozměrech 247×300×249 mm (d×š×v).
 - Vnitřní nosná konstrukce mezi obytnou zónou a nevytápěnou zónou je navržena z keramických tvárnic vyplněných minerální vatou, Porotherm 30 Profi T o rozměrech 247×300×249 mm (d×š×v).
- Vodorovné konstrukce

- Nad 1NP je navržena železobetonová monolitická stropní deska tloušťky 250 mm.
- Nad 2NP je navržena železobetonová monolitická stropní deska tloušťky 180 mm.
- Součástí desek bude věnec.
- Schodiště a rampy
 - Schodiště je navrženo jako železobetonové.
- Svislé nenosné konstrukce
 - Nenosné příčky budou z keramických tvarovek Porotherm 11,5 Profi.
- Konstrukce zastřešení
 - Střešní konstrukce bude provedena jako jednoplášťová plochá střecha.
 - Spád ploché střechy bude vytvořen pomocí spádových klínů.
- Klempířské a zámečnické výrobky
 - Vnější parapety budou provedeny z hliníku tl. 2,0 mm ve spádu 3 %, barva ANTRACIT – RAL 7016.
 - Dplechování atiky střechy ve spádu 5,24 %.
 - Součástí svodného potrubí bude sběrný kastlík.
- Výplně otvorů
 - Okna jsou navržena plastová s izolačním trojsklem.
 - Vchodové dveře jsou plastové.
 - Garážová vrata jsou sekční.
- Podlahy, úpravy povrchů
 - Součástí skladby podlah na terénu je EPS tl. 240 mm.
 - Plastové potrubí pro teplovodní vytápění je uloženo do systémových desek z EPS a následně zalito samonivelačním potěrem.
 - Podlaha v garáži je izolovaná pomocí XPS 200, tl. 100 mm.
 - V podlahách ve 2NP je navržena kročejová izolace ze skelných vláken tl. 30 mm.
 - Podlaha, která je ochlazována je zateplena pomocí EPS F Grey tl. 240 mm z exteriéru.
 - Nášlapnou vrstvu tvoří PVC z linolea určené pro podlahové vytápění.
 - V koupelně, na toaletě, v předsíni, v prádelně a technické místnosti je navržena keramická dlažba.
- Hydroizolace
 - V podlaze na terénu jsou navrženy SBS modifikované asfaltové pásy ve dvou vrstvách.

- Na betonové desce je bodově nataven SBS modifikovaný asfaltový pás s vložkou ze skleněné tkaniny, na něm je plnoplošně nataven SBS modifikovaný asfaltový pás.
- Spoje jsou provedeny pomocí zpětného spoje.
- Na střeše nad 2NP je navržena fólie z PVC-P určená k mechanickému kotvení.
- Tepelné a akustické izolace
 - Obvodový plášť bude zateplen certifikovaným kontaktním zateplovacím systémem ETICS z EPS Grey tl. 240 mm
 - Stěna mezi vytápěnou a nevytápěnou zónou bude provedena z keramických tvarovek vyplněných tepelnou izolací
 - Kročejová izolace je navržena ze sklených vláken

8. Stavební tepelná technika

Součinitel prostupu tepla U vybraných konstrukcí

Tabulka 2 - Součinitel prostupu tepla

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W/m ² K]	Normová hodnota U _N [W/m ² K] [1]	Posouzení
Podlaha na zemině	0,136	0,450	Vyhoví
Obvodová stěna	0,124	0,300	Vyhoví
Plochá střecha	0,117	0,240	Vyhoví
Vnitřní nosná stěna – zateplená	0,229	0,600	Vyhoví
Podlaha ve 2NP – EXT	0,123	0,45	Vyhoví

Průměrný součinitel tepla $U_{em} = 0,187 \text{ W/m}^2\text{K}$

Objekt byl posouzen z hlediska prostupu tepla obálkou budovy a spadá dle ČSN 73 0540-2:2011 do klasifikační třídy **A – velmi úsporná**.

Pokles dotykové teploty podlahy

Pokles dotykové teploty podlahy nevyhoví v pokoji pro hosty, ložnici a dětských pokojích, z toho důvodu bude v místnostech umístěn po celé ploše koberec. Ostatní místnosti vyhoví.

Zkondenzované a množství vodních par a vypaření vlhkosti

Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci vyhoví požadavkům. Roční kapacita odparu M_{ev} je větší než roční množství kondenzátu M_c .

9. Stavební akustika a ochrana před hlukem

Zdroje hluku

- komunikace
- bodové zdroje – tepelné čerpadlo, vzduchotechnická jednotka

Tabulka 3 - Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí

Konstrukce – typ, popis	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek ČSN 73 0532 (dB)	
	R'_w	$L'_{w,N}$	min. R'_w	max. L'_w
ŽB strop nad 1.NP	63	34	47	58
Příčka mezi pokoji	41	-	40	-

Tabulka 4 - Posouzení hlukové situace

	Od průmyslového zdroje (limit) [dB]	Od dopravy (limit) [dB]	Celkem [dB]	Posouzení
Den	35,7 (50)	43,8 (60)	43,8	Vyhoví
Noc	35,1 (40)	35,7 (50)	36,1	Vyhoví

Všechny navržené vnitřní konstrukce splňují požadavky z hlediska vzduchové a kročejové neprůzvučnosti. Pro zajištění akustické pohody ve vnitřním prostředí budou TZB rozvody vedeny v předstěnách a podhledech.

Hygienické limity jsou dodrženy ve dne i v noci.

10. Denní osvětlení a proslunění

Posouzení denního osvětlení bylo provedeno pro všechny pobytové místnosti. Posouzení bylo provedeno v programu BuildingDesing.

Navrhovaná novostavba rodinného domu nevlivní stávající zástavbu.

Činitel denní osvětlenosti vyhověl ve všech obytných místnostech. Z hlediska proslunění, místnost je prosluněna, pokud do ní svítí slunce 1. března alespoň 90 min.

Dle normy ČSN EN 17 037, požaduje proslunění jedné obytné místnosti, požadavek je splněn. Dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. se RD považuje za prosluněný, pokud je součet podlahových ploch jeho prosluněných místností roven min. součtu 1/2 podlahových ploch všech obytných místností, požadavek je splněn.

11. Energetická náročnost budovy

Rodinný dům je rozdělen na dvě zóny, a to vytápěnou zónu a nevytápěnou zónu.

Tabulka 5 - Plochy zón

	Čistá podlahová plocha [m ²]	Podlahová plocha z vnějších rozměrů [m ²]	Objem vzduchu v zóně [m ³]
Zóna obytná	196,5	254,2	569,9
Zóna nevytápěná	45,6	57,7	132,0

Vnější obálkové konstrukce splňují součinitel prostupu tepla U hodnotu pro pasivní domy.

Teplené zdroje je tepelné čerpadlo, elektrická spirála pro teplou vodu, tepenní a vzduchotechniku.

Obnovitelné zdroje energie tvoří fotovoltaické panely. Baterie v objektu není navržena.

Technické údaje FTV panelů

Materiál	monokrystalický křemík
Účinnost	18,9 %
Orientace se květovým stranám	J
Úhel sklonu	45°

Obrázek 1 - Ukazatel energetické náročnosti

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI		
 Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.19 W/(m ² ·K)	
 Měrná potřeba tepla na vytápění	23.2 kWh/(m ² ·rok)	
Celková dodaná energie	51.0 kWh/(m²·rok)	
 Vytápění	28.7 kWh/(m ² ·rok)	
 Chlazení	-	
 Nucené větrání	0.21 kWh/(m ² ·rok)	
 Úprava vlhkosti	-	
 Příprava teplé vody	19.4 kWh/(m ² ·rok)	
 Osvětlení	2.73 kWh/(m ² ·rok)	

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) byl stanoven pomocí hodinového výpočtu. Rodinný dům spadá do klasifikační třídy A – mimořádně úsporná. Výpočet byl proveden v programu ENERGETIKA od společnosti DEKSOFT.

12. Zdravotně technické instalace

Splašková kanalizace

Vnitřní kanalizace bude svedena přes hlavní vstupní šachtu do kanalizační přípojky, která bude napojena na stávající jednotnou kanalizaci DN500 v ulici Sadová. Pro odvod bude vybudovaná kanalizační přípojka DN/OD 160 PVC-KG se sklonem 15 %. Revizní šachta bude plastová Ø 425 mm s poklopem Ø 425 mm.

Svodná potrubí budou provedena pod úrovní 1NP. Svodné potrubí vedené v zemi bude z PVC KG DN/OD 110 pod sklonem 5 %. Napojení svodného a odpadního potrubí bude pomocí dvou kolen pod úhlem 45°. Splaškové odpadní potrubí bude odvětráno a vyvedeno v předstěně nad úroveň střechy minimálně 500 mm nad konstrukci. Čistící kus bude umístěn v 1.NP jeden metr nad podlahou. Připojovací potrubí jsou vedena v předstěně nebo podlaze. Zápachové uzávěry HL406 budou instalovány před napojení automatické pračky. Připojovací, odpadní i splašková potrubí budou provedeny z PP-HT, budou upevněny kovovými objímkami s gumovou vložkou ke stěně.

Dešťová kanalizace

Dešťová voda bude zachycená na střeše rodinného domu. Odpadní potrubí dešťové kanalizace bude vedeno od vpustí umístěných na ploché střeše pod sklonem 1 %. Dešťová voda bude ze střechy svedena pomocí svodného potrubí, které je umístěno v ETICS systému. Následně bude svedena do revizní šachty, poté odvedena do akumulární nádrže o objemu 5 000 l. V 1NP bude osazen čistící kus jeden metr nad podlahou. Změna polohy potrubí bude provedena pomocí dvou kolen 45°. Vtok na ploché střeše bude zabezpečen topným kabelem. V případě ucpání vtoku nebo nedostatečném odtoku dešťové vody na střeše jsou navrženy atikové chrliče DN 100. Svodné potrubí je navrženo z PP-HT DN/OD 110. Svodné potrubí, které bude uloženo v zemi je navrženo z PVC-KG DN/OD 150, pod spádem 1 %.

Vsakovací zařízení je navrženo pomocí vsakovacích bloků (referenční výrobek AS-RIGOFILL) v ploše 4,48 m² a celkovém objemu 3,05 m³. Likvidace přebytečných ploch je řešena vsakem do podloží.

Dešťová voda po přečištění je následně využívána ke splachování WC.

Materiál rozvodu vnitřního vodovodu:	PPR PN 20
Materiál venkovního vodovodu:	PE 100 SDR11

Vodovod

Pitná voda bude přiváděna do objektu pomocí vodovodní přípojky, která bude provedena z potrubí PE 100 SDR 11 32x3,0 mm. Napojení na vodovodní řád je v ulici Sadová. Přípojka je vedena ve sklonu 0,3 % a bude uložena na podsyp (písek).

Vodoměrná sestava s vodoměrem a hlavním uzávěrem vody bude umístěna v samostatné šachtě o průměru 1100 mm a hloubky 1700 mm na pozemku investora.

Vnitřní vodovod je proveden z potrubí PPR PN 20 ve 0,3 %. Je napojen na vodovodní přípojku ve vodoměrné šachtě. Potrubí je vedeno do technické místnosti v chráničce. Rozvody studené a teplé vody jsou vedeny v předstěnách, podhledu a podlaze.

Příprava teplé vody

Příprava teplé vody bude v zásobníku teplé vody, který je součástí vnitřní jednotky tepelného čerpadla (referenční výrobek AirModule Split 4-9 E6), který je umístěn v technické místnosti. Objem zásobníku je navržen na 190 l. Ohřev teplé vody zajistí tepelné čerpadlo vzduch-voda (referenční výrobek IVT AIR SPLIT 308-S). Cirkulace v rodinném domě není navržena. V kuchyni pod dřezem je navržen beztlakový ohřev teplé vody na 10l (referenční výrobek DRAŽICE BTO 10 IN).

13. Vytápění a ohřev vody

Návrh zdroje tepla

Na základě vypočtených hodnot bylo navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda IVT AIR SPLIT 308-S s vnitřní jednotkou u IVT AirModule Split 4-9 E6. Tepelné čerpadlo bude využito pro vytápění objektu a zároveň pro přípravu teplé vody.

Technické specifikace tepelného čerpadla:

Topný výkon při A7/W35:	9,41 kW
Topný faktor COP A7/W35:	4,69

Návrh bivalentního zdroje tepla

Na základě hodnot z technických listů navrženého tepelného čerpadla byla vytvořena křivka tepelného výkonu, která je závislá na teplotě venkovního vzduchu.

Bod bivalence je stanoven na -11 °C. Při teplotě -15 °C je výkon tepelného čerpadla 5,14 kW. Jelikož je to nižší hodnota, než požadovaný výkon budovy 7,6 kW je navržen bivalentní zdroj s výkonem min. 2,5 kW.

Vnitřní jednotka IVT AirModule Split 4-9 E6 má v sobě zabudovaný nerezový spínatelný elektrokotel o výkonu do 6kW a nerezový zásobník teplé vody o objemu 190 l. Expanzní nádoba o velikosti 5 l.

Návrh a popis systému vytápění

Jako zdroj vytápění bude sloužit tepelné čerpadlo vzduch-voda (referenční výrobek IVT AIR SPLIT 308-S). Zdroj bude sloužit pro vytápění objektu a ohřev teplé vody. Objekt bude vytápěn teplovodním podlahovým vytápěním s teplotním spádem 35/30 °C.

Ohřev teplé vody

Byl navržen zásobník teplé vody, který je součástí vnitřní jednotky tepelného čerpadla. Akumulační nádoba je navržena na základě výkonu tepelného čerpadla. Na 1 kW výkon tepelného čerpadla je uvažováno cca 15 l akumulační nádrže. Objem je navržen na 150 l (referenční výrobek ROLF AKU ST 150 S).

14. Větrání

Vzduchová bilance místností

Tabulka 6 - Vzduchová bilance místností

PODLAŽÍ	NÁZEV MÍSTNOSTI	PODLAHOVÁ PLOCHA [m ²]	S. V. [m ²]	OBJEM [m ³]	PŘÍVOD [m ³ /h]	ODVOD [m ³ /h]
1.NP	101 - Zádveří	5,8	2,9	16,82	-	-
	102 - Pokoj pro hosty	12,4	2,65	32,86	60	-
	103 - Koupelna + WC	6,59	2,65	17,46	-	60
	104 - Technická místnost	10,06	2,9	29,17	-	-
	105 - Kuchyně s obývacím pokojem	40,17	2,65	106,45	120	100
	106 - Špajz	3,26	2,9	9,45	-	-
	107 - Prádelna se šatnou	11,65	2,65	30,87	-	20
	108 - Chodba	11,14	2,65	29,52	-	-
	109 - Zahradní sklad	9,7	3,5	33,95	-	-
	110 - Garáž	35,8	3,5	125,3	-	-
2.NP	201 - Chodba	13,01	2,65	34,48	-	-
	202 - Pracovna	12,32	2,65	32,65	-	-
	203 - Dětský pokoj	14,48	2,65	38,37	25	-
	204 - Koupelna	7,85	2,65	20,80	40	100
	205 - WC	3,59	2,65	9,51	-	55
	206 - Dětský pokoj	15,01	2,65	39,77	-	-
	207 - Ložnice	17,02	2,65	45,10	40	-
	208 - Šatna	5,55	2,9	16,10	50	-
Celkem					335	335

Potrubí, distribuční prvky a příslušenství

Potrubí je navrženo z plastových flexi hadic. Každý přívod a odvod má své potrubí. Rozvody jsou vedeny v podhledech. Jako vyústky jsou navrženy talířové ventily, které jsou umístěny v podhledech.

Rozdělovací komora

Plastové hadice jsou svedeny do rozdělovací komory. Pro přívodní a odvodní potrubí jsou navrženy rozdělovací komory. Rozdělovací komora pro přívod a odvod vzduchu je umístěna ve 2.NP v místnosti č. 204 – Koupelna a následně je potrubí svedené v šachtě do místnosti č. 104 – Technická místnost. Potrubí v 1.NP je svedeno do místnosti č. 104 – Technická místnost, kde se nachází rozdělovací komora, která je umístěna pod stropem a je napojena na vzduchotechnickou jednotku.

Návrh VZT jednotky

Dle hodnot vzduchové bilance odvodu a přívodu vzduchu byla navržena centrální podstropní větrací jednotka Atrea Duplex PRO 350 s rekuperací tepla.

15. Chlazení

V objektu není navrženo.

16. Umělé osvětlení

V objektu jsou navrženy LED osvětlení.

17. Elektroinstalace

Rodinný dům je připojen k podzemnímu silovému vedení nízkého napětí. Přípojka CYKY 48x10 je vedena v PVC DN 50. Elektroměr je umístěn v rohu na hranici pozemku

Proudový odběr připojené zátěže: 32,4 A
Doporučená proudová hodnota jističe: 3 x 40 A

18. Požárně bezpečnostní řešení

Požární charakteristika objektu

a) Svislé nosné konstrukce

Obvodové zdivo v 1.NP a 2.NP	keramické tvárnice tl. 300 mm – DP1
Nosné zdivo od garáže	keramické tvárnice vyplněné minerální izolací, tl.300 mm DP1
Nosné vnitřní zdivo	keramické tvárnice tl. 300 mm – DP1
Nenosné konstrukce	příčky z keramických tvárnic tl. 125 mm – DP1

b) Vodorovné konstrukce

Stropy nad 1.NP	ŽB deska tl. 250 mm – DP1
-----------------	---------------------------

- c) Schodiště
Dvouramenné železobetonové schodiště
- d) Střešní konstrukce
Plochá střecha extenzivní o sklonu 3° na nosné železobetonové desce. DP1
- e) Konstrukční systém objektu
Nehořlavý
- f) Požární výška – h
3,285 m
- g) Zateplení
Na objektu je použit šedý pěnový polystyren tl. 240 mm.
- h) Technická zařízení
Objekt bude vytápěn pomocí tepelného čerpadla vzduch-voda, který bude zajišťovat ohřev teplé vody a rozvodů podlahového vytápění.
Na střeše nad 2NP budou umístěny FVP, střecha musí mít požární odolnost $B_{ROOF}(t3)$. V objektu je navržena rekuperace vzduchotechniky. Chlazení v objektu není uvažováno.
- i) Parkovací stání
Součástí objektu je garáž pro dvě osobní auta.
- j) Požární zatížení
 $\rho_v = 45,75 \text{ kg/m}^2$
- k) Stupeň požární bezpečnosti
SPB II.
- l) Požární úsek
P1.01/N2 – II

Rozdělení objektu na požární úseky

V souladu s čl. 3 ČSN 73 0833 spadá rodinný dům do kategorie budov OB1 s jednou obytnou buňkou. Rodinný dům je tvořen jedním požárním úsekem. Garáž je součástí požárního úseku.

Zařízení pro protipožární zásah

- Přenosné hasící zařízení
V objektu budou umístěny dva přenosné práškové hasící přístroje s hasící schopností 34 A. Jeden bude umístěn v garáži a druhý bude osazen u schodiště v 1NP.
- Autonomní detekce
V objektu bude umístěno jedno zařízení pro autonomní detekci a signalizaci kouře. Bude osazeno v místnosti č. 105 - Obývací pokoj s kuchyní.

Požárně nebezpečný prostor nezasahuje do prostoru mimo pozemek investora.

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

Během užívání stavby nedojde k negativním vlivům na životní prostředí. Stavba nebude produkovat během své životnosti nebezpečný odpad.

Během výstavby bude na stavbě vznikat odpad běžný ze stavební výroby, vše bude tříděno a likvidováno dle 541/2020 Sb. – Zákon o odpadech. Během výstavby bude zvýšená hluk a prašnost.

20. Dopravní řešení

Objekt je napojen na místní komunikaci. V rámci projektu jsou navrženy dvě parkovací stání a garáž.

1. Terénní úpravy a řešení vegetace

Pozemek bude vyrovnán. Ornice bude sejmuta a bude uložena na mezideponii na pozemku investora. Následně bude ornice využita na realizaci zahrady.

V rámci projektu nejsou navrženy vegetační prvky.

2. Orientační náklady stavby

Odhad ceny 11 350 000 Kč bez DPH.

Závěr

Bakalářská práce „Energeticky efektivní rodinný dům“ byl zpracován ve dvou částech. V první části byla vypracována projektová dokumentace pro rodinný dům ve stupni „Projekt pro stavební povolení“ (PSP). V této části jsem navrhla vhodné dispoziční řešení a zvolila vhodné materiály a konstrukční řešení.

Druhá část byla zaměřena na technické zařízení budov. Zde jsem se primárně zaměřila na zdravotně technické instalace.

Cílem mého projektu bylo vyprojektovat stavbu, která bude spadat do energetické třídy A.

Seznam použitých zdrojů

Odborná literatura

REMEŠ, J. a kol. 2014. Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. 2. aktualizované vyd. Praha: Grada, 2014. 248 s. ISBN 978-80-247-5142-9

KLIMEŠOVÁ, J. 2007. Nauka o pozemních stavbách: modul M01. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. 157 s. ISBN 978-80-7204-530-3.

BENEŠ, P. a kol. 2016. Požární bezpečnost staveb: modul M01: požární bezpečnost staveb. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2021. 239 s. ISBN 978-80-7623-070-5.

WIENERBERGER CIHLÁŘSKÝ PRŮMYSL, A.S. Podklad pro navrhování. 15. vydání. České Budějovice, 2017.

OSTRÝ, Milan a Roman BRZOŇ. Stavební fyzika – tepelná technika v teorii a praxi. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2014. ISBN 978-80-214-4879-7.

Právní předpisy

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

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

Zákon č. 309/2006 Sb. - Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)

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

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

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

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění novely 405/2017 Sb.

Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání staveb

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

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. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov

Vyhláška MMRČR č. 405/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb., a vyhláška č. 169/2016Sb.,

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

ČSN 73 1901 - Navrhování střech – Základní ustanovení, včetně změn

ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky

ČSN EN 17 037+A1 2022 Denní osvětlení budov

ČSN EN 12 464-1 Světlo a osvětlení – osvětlení pracovišť

ČSN 73 0580-1:2007 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky + Z3:2019

ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov + Z1:2019

ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení

ČSN 73 0821, ed. 2 – Požární bezpečnost staveb – Požární odolnost stavebních konstrukcí

ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

ČSN 73 4130 - Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky, včetně změn

ČSN 01 3495 – Výkresy ve stavebnictví – Výkresy požární bezpečnosti staveb

ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

ČSN 74 3305 Ochranná zábradlí

Elektronické zdroje

STÁTNÍ SPRÁVA ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU. Katastr nemovitostí. *Katastr nemovitostí* [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z:

<https://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti.aspx>

MĚSTO HOLEŠOV. Územní plán Holešov. [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.holesov.cz/uzemni-plan-holesov>

ASIO s.r.o. [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/>

IVT TEPELNÁ ČERPADLA s.r.o. [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/>

TZB-info [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/>

CENTRUM PASIVNÍHO DOMU. [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z:

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

DEK. [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/>

WEBER. [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.cz.weber/>

ISOVER. [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/>

ZÁKONY PRO LIDI. [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>

SCHOCK-WITTEK s.r.o. [online]. 2024 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z:

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

Seznam použitých zkratek a symbolů

FAST	Fakulta stavební
VUT	Vysoké učení technické v Brně
DPS	dokumentace pro provádění stavby
B.p.v.	Balt po vyrovnání
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
k. ú.	katastrální území
p. č.	parcelní číslo
M	měřítko
m	metr
mm	milimetr
m ²	metr čtvereční
m ³	metr krychlový
m/s	metr za sekundu
min.	minimálně
max.	maximálně
m n. m.	metrů nad mořem
dB	decibel
g	gram
kg	kilogram
l	litr
s	sekunda
k-ce	konstrukce
hod	hodina
viz	odkaz na jinou stránku, přílohu či výkres
K.V.	konstrukční výška
S.V.	světlná výška
TI	tepelná izolace
HI	hydroizolace

XPS	extrudovaný polystyren
EPS	expandovaný polystyren
tl.	tloušťka
PE	polyethylen
PUR	polyuretan
PVC	polyvinylchlorid
PVC KG	polyvinylchloridové potrubí pro uložení v zemi
VZT	vzduchotechnika
ŽB	železobeton
SDK	sádrokarton
P.T.	původní terén
U.T.	upravený terén
DN	vnitřní průměr potrubí
NN	nízké napětí
VŠ	vodoměrná šachta
RŠ	revizní šachta
CYKY	značení kabele
O	ostatní odpad
PBŘ	požárně bezpečnosti řešení
PÚ	požární úsek
C	samozávěrač
SPB	stupeň požární bezpečnosti
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
ks	kus
apod.	a podobně
např.	například
obr.	obrázek
odst.	odstavec
pozn.	poznámka
tj.	to je

tab.	tabulka
ČSN	česká státní norma
ČSN EN	eurokód
Vyhl.	vyhláška
Sb.	sbírka zákonů
§	paragraf
č.	číslo
A [m ²]	plocha
V [m ³]	objem
Kč	koruna česká
VZT	vzduchotechnika
∅	průměr
°	stupně
°C	stupně celsia
%	procenta
U [W/(m ² K)]	součinitel prostupu tepla konstrukcí
λ [W/m.K]	součinitel tepelné vodivosti konstrukce
Σ	suma, součet
PENB	průkaz energetické náročnosti budovy
NZEB	nearly zero energy building
č. d. o.	činitel denní osvětlenosti

Seznam příloh

Příloha A Pozemní stavby

A.1 průvodní zpráva

A.2 souhrnná technická zpráva

A.3 Koordinační situační výkres 1:200

A.4 Architektonicko-stavební řešení

A.4.1.01 PŮDORYS 1NP M 1:50

A.4.1.02 PŮDORYS 2NP M 1:50

A.4.1.03 ŘEZ OBJEKTEM A–A´ M 1:50

A.4.1.04 ŘEZ OBJEKTEM B–B´ M 1:50

A.4.1.05 VÝKRES PLOCHÉ STŘECHY M 1:50

A.4.1.06 VÝPIS SKLADEB KONSTRUKCÍ -

A.4.1.07 VÝKRES ZÁKLADŮ M 1:50

A.4.1.08 VÝKRES STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 1.NP M 1:50

A.4.1.09 VÝKRES STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 2.NP M 1:50

A.4.1.10 POHLEDY M 1:50

A.4.1.11 DETAIL A – ZÁKLADOVÝ PÁS M 1:5

A.4.1.12 DETAIL B – VĚNEC M 1:5

A.4.1.13 DETAIL C – NAPOJENÍ PLOCHÉ STŘECHY NA STĚNU M 1:5

A.4.1.14 DETAIL D – ATIKA M 1:5

A.4.1.15 DETAIL E – OSAZENÍ OKNO M 1:5

A.4.1.16 VÝPIS VÝPLNÍ OTVORŮ V TEPLOSMĚNNÉ OBÁLCE BUDOVY -

A.5 Požárně bezpečnostní řešení

A.5.1.01 PŮDORYS 1NP, 2NP – PBŘ M1:100

A.6 Stavebně fyzikální posouzení konstrukcí a budovy

A.6.1 Průměrný součinitel prostupu tepla

A.6.2 Tepelná technika 1D

Příloha B Technická zařízení budov

B.1 Koncepční řešení systémů TZB v budově

B.1.1.01	STUDIE ROZVODŮ VZDUCHOTECHNIKY	M 1:50
B.2 Prováděcí projekt ZTI		
B.2.1.01	PŮDORYS KANALIZACE	M 1:50
B.2.1.02	PŮDORYS VODOVODU	M 1:50
B.2.1.03	AXONOMETRIE VODOVODU	M 1:50
B.2.1.04	ROZVINUTÝ ŘEZ ODPADNÍHO POTRUBÍ	M 1:50
B.2.1.05	PODÉLNÝ PROFIL SPLAŠKOVÉ KANALIZACE	M 1:50
B.2.1.06	PODÉLNÝ PROFIL VODOVODNÍ PŘÍPOJKY	M 1:50
B.2.1.07	PODÉLNÝ PROFIL NAPOJENÍ AKUMULAČNÍ NÁDRŽE	M 1:50
B.2.1.08	PODÉLNÝ PROFIL DEŠŤOVÉ KANALIZACE	M 1:50
B.2.1.09	PŮDORYS ZÁKLADŮ	M 1:50
B.2.1.10	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	M 1:50
B.3 Průkaz energetické náročnosti budovy		