



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ SYSTÉMŮ TZB V RODINNÉM DOMĚ

ENERGY ASSESSMENT OF HVAC SYSTEMS IN A FAMILY HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Nicol Prchalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Studentka: **Bc. Nicol Prchalová**
Vedoucí práce: **doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: N0732A260023 Stavební inženýrství – pozemní stavby

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 diplomové práce:

Energetické hodnocení systémů TZB v rodinném domě

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Na reálném rodinném domě bude provedena komplexní analýza tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí a instalovaných systémů technických zařízení. Na základě zjištěných dat bude provedeno energetické vyhodnocení pomocí průkazu energetické náročnosti budovy a případně budou navržena opatření, která zlepší energetické parametry předmětného rodinného domu.

Cíle a výstupy diplomové práce:

V rámci diplomové práce bude proveden:

1. pasport stavebně architektonického řešení stávajícího RD spolu s posouzením tepelně technických vlastností jednotlivých stavebních konstrukcí, pasport bude v úrovni projektu pro povolení stavby bude obsahovat: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, koordinační situaci (1:200 výkresy (1:100, příp. 1:50) půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů. součástí dokumentace bude stavebně fyzikální posouzení konstrukcí (min. tepelná stabilita prostoru, kondenzace vodní páry ve stavební konstrukci)
2. zaměření dílčích systémů TZB se schématem řešení vytápění, chlazení a vodoinstalace
3. koncepční řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti v průkazu energetické náročnosti budovy
4. hodnoty v průkazu energetické náročnosti budovy budou porovnány s reálnou spotřebou jednotlivých systémů TZB
5. hodnocení systémů TZB spolu s doporučením alternativních, či doplňujících systémů a opatření

Seznam doporučené literatury a podklady:

(1) Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 3/2020 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 diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 21. 2. 2022

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
vedoucí ústavu

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce je komplexní analýza tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí a energetické vyhodnocení reálného rodinného domu prostřednictvím průkazu energetické náročnosti budovy. Dále návržení a posouzení opatření pro zlepšení energetických parametrů posuzovaného rodinného domu. K vyhodnocení byla použita data z vyhotoveného pasportu stavebně architektonického řešení a ze zaměření dílčích systémů TZB v domě.

KLÍČOVÁ SLOVA

Průkaz energetické náročnosti budovy, pasport, TZB systémy, energetické vyhodnocení, tepelně technické vlastnosti

ABSTRACT

The subject of the master's thesis is a comprehensive analysis of the thermal technical properties of building structure and energy evaluation performed on a real family house through the energy performance certificate of the building. Next design and assessment measures that will improve the energy parameters of the assessed family house. The evaluation is based on processed passport of architectural and architectural solution and focus of partial HVAC systems.

KEYWORDS

Energy performance certificate of the building, passport, HVAC systems, energy evaluation, thermal technical properties.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PRCHALOVÁ, Nicol. *Energetické hodnocení systémů TZB v rodinném domě*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/143075>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Aleš Rubina.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Energetické hodnocení systémů TZB v rodinném domě* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12.1.2023

Bc. Nicol Prchalová

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Energetické hodnocení systémů TZB v rodinném domě* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12.1.2023

Bc. Nicol Prchalová

autor práce

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Vlastní text práce.....	9
A	Průvodní zpráva.....	9
A.1	Identifikační údaje.....	9
A.1.1	Údaje o stavbě.....	9
A.1.2	Údaje o stavebníkovi.....	9
A.1.3	Údaje o zpracovateli projektové dokumentace.....	9
A.2	Členění stavby na objekty a technologická zařízení.....	9
A.3	Seznam vstupních podkladů.....	10
B	Souhrnná technická zpráva.....	11
B.1	Popis území stavby.....	11
B.2	Celkový popis stavby.....	13
B.2.1	Základní charakteristika stavby a jejího užívání.....	13
B.2.2	Celkové urbanistické a architektonické řešení.....	14
B.2.3	Celkové provozní řešení, technologie výroby.....	15
B.2.4	Bezbariérové užívání stavby.....	15
B.2.5	Bezpečnost při užívání stavby.....	15
B.2.6	Základní charakteristika objektů.....	16
B.2.7	Základní charakteristika technických a technologických zařízení.....	16
B.2.8	Zásady požárně bezpečnostního řešení.....	17
B.2.9	Úspora energie a tepelná ochrana.....	18
B.2.10	Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí.....	19
B.2.11	Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí.....	19
B.3	Připojení na technickou infrastrukturu.....	20
B.4	Dopravní řešení.....	20

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav.....	21
B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana	21
B.7 Ochrana obyvatelstva	22
B.8 Zásady organizace výstavby.....	22
B.9 Celkové vodohospodářské řešení	23
C Situační výkresy	24
C.01 Situační výkres širších vztahů	24
C.03 Koordinační situační výkres	24
D Porovnání množství celkové primární energie s reálnou spotřebou.....	25
E Energetická analýza.....	26
E.1. Popis stávajícího stavu.....	27
E.2. Účel posouzení.....	27
E.3. Podklady pro zpracování	27
E.4. Použité právní předpisy a normy	28
E.5. Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla.....	28
E.5.1. Normativní požadavky	28
E.5.2. Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla	31
E.5.3. Údaje o splnění normativních požadavků.....	33
E.6. Výpočet potřeb energie v objektu.....	39
E.6.1. Výpočet tepelných ztrát	39
E.6.2. Výpočet tepelných zisků	40
E.6.3. Tepelná stabilita místností	40
E.7. Návrhy jednotlivých opatření	41
E.7.1. Opatření č. 1 – Zateplení obvodového pláště.....	41
E.7.2. Opatření č. 2 – Zateplení podlahy v suterénu	44
E.7.3. Opatření č. 3 – Instalace tepelného čerpadla.....	46

E.7.4. Opatření č. 4 – Návrh fotovoltaické elektrárny.....	48
3 Závěr.....	52
4 Seznam použitých zdrojů	54
5 Seznam tabulek.....	57
6 Seznam příloh.....	60

1 Úvod

V této diplomové práci je zpracován pasport stávajícího rodinného domu ve stupni dokumentace pro stavební povolení včetně zakreslení dílčích systémů TZB. Dále byla provedena komplexní analýza tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí a instalovaných systému TZB a vyhotoven průkaz energetické náročnosti budovy. Na základě zjištěných informací byla navržena opatření k zlepšení energetických parametrů posuzovaného rodinného domu.

Hodnocený rodinný dům se nachází v městské části Brno-Holásky na ulici Ledárenská, na parcelách parc. č. 685/2, 685/3, 685/4 k.ú. Holásky. Pozemek leží na rovinném terénu se vzrostlou zelení a je napojen na technickou a dopravní infrastrukturu. V okolí stavby se nachází převážně rodinné domy.

Původní rodinný dům pochází z roku 1980 a skládal se z jednoho pozemního a jednoho nadzemního podlaží. V roce 1999 byla na tomto domě provedena nástavba podkroví.

V současné době je objekt podsklepený a skládá se z jednoho podzemního podlaží, jednoho nadzemního podlaží a podkroví a je v něm umístěna jedna bytová jednotka. Vchod se nachází na západní straně fasády v úrovni 1.NP. Za vstupem se nachází vstupní hala, na kterou dále navazuje kuchyně a obývací pokoj s jídelnou. Z kuchyně vede přístupová chodba do dětského pokoje, pokoje pro hosty a koupelny. V 2.NP (podkroví) se nachází pracovna, ložnice, šatna a koupelna. V prvním podzemním podlaží je pak situována technická místnost, dílna, sklep a garáž, do které je zajištěn přístup vraty ze západní strany objektu.

Doprava mezi podlažími je zajištěna vnitřním točitým schodištěm. Objekt je založen na základových pasech. Toto zjištění bylo získáno na základě dochované projektové dokumentace z období výstavby objektu. Obvodové konstrukce jsou tvořeny pórobetonovými tvárniciemi Siporex tl. 350 mm a 500 mm. Vnitřní zdivo je různé tloušťky a vyzděno částečně ze Siporexu a částečně z cihel plných pálených. Stropy jsou tvořeny deskami Hurdis. Zastřešení objektu je řešeno sedlovou střechou s převažujícím sklonem 38°. Změna sklonu na hodnotu 23° nastává z jižní strany nad obývacím pokojem s jídelnou. Parkování je zjištěno v garáži nebo na zpevněné ploše pozemku.

K hodnocení konstrukcí a systémů TZB bylo využito dostupných softwarů. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí a součinitel prostupu tepla byly vypočítány pomocí programu Teplo 2017 EDU. Pro zjištění tepelných zisků v obytných místnostech byl

využit program TERUNA. Tepelná stabilita prostoru byla vyšetřována v programu SIMULACE 2018. Průkaz energetické náročnosti budovy byl vyhotoven v programu ENERGETIKA dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

Navržená opatření spočívají v zateplení rodinného domu systémem ETICS, změně skladby podlahové konstrukce na terénu, návrhu fotovoltaické elektrárny a tepelného čerpadla pokrývající tepelnou ztrátu budovy.

A Průvodní zpráva

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

Název stavby:	RD Holásky
Místo stavby:	Brno-Holásky, parc č. 685/2, 685/3, 685/4 k.ú. Holásky
Předmět projektové dokumentace:	Pasport stavebně architektonického řešení stávajícího RD

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

Stavebník není určen.

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Vypracoval:	Bc. Nicol Prehalová
Vedoucí práce:	doc. Ing. Aleš Rubina Ph.D.

A.2 Členění stavby na objekty a technologická zařízení

Jedná se o jednoduchou stavbu, která je členěna na stavební objekt stávajícího rodinného domu a stavby přípojek na technickou a dopravní infrastrukturu.

SO 01 - Rodinný dům

SO 02 – Zpevněné plochy parkování a komunikace

SO 03 – Stávající plynová přípojka

SO 04 – Stávající přípojka elektrické energie

SO 05 – Stávající vodovodní přípojka

SO 06 – Stávající přípojka splaškové a dešťové kanalizace

SO 07 – Oplocení

SO 08 – Chodník

A.3 Seznam vstupních podkladů

Dokumentace byla zpracována na základě zadání diplomové práce a dále katastrální mapy, platných norem, vyhlášek a předpisů, technických listů výrobců, dochované projektové dokumentace, informací vlastníka objektu a osobní prohlídky místa stavby.

B Souhrnná technická zpráva

B.1 Popis území stavby

a) charakteristika území a stavebního pozemku, zastavěné území a nezastavěné území, soulad navrhované stavby s charakterem území, dosavadní využití a zastavěnost území: Stavba rodinného domu je umístěna na parcele č. 685/2, 685/3 a 685/4 k.ú. Holásky. Pozemek se nachází na okraji obce v zastavěném území, přičemž okolní zástavba je tvořena řadovými nebo samostatně stojícími rodinnými domy. Pozemek je rovinatého charakteru se vzrostlou zelení a trvalým travním porostem. Nachází se na něm stavební objekty a je kompletně oplocen. Vstup a vjezd na pozemek je umožněn stávajícím sjezdem z přilehlé komunikace.

b) údaje o souladu stavby s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování, včetně informace o vydané územně plánovací dokumentaci:

Stavba je v souladu s územně plánovací dokumentací města Brna. Parcela č. 685/2, 685/3 a 685/4 k.ú. Holásky jsou součástí funkční plochy ÚPmB:

druh plochy: stavební

funkce: plocha pro bydlení

funkční typ: plocha předměstského bydlení

V katastru nemovitostí jsou parcely č. 685/2 a 685/3 k.ú. Holásky vedeny jako zahrady a parcela č. 685/4 k.ú. Holásky je vedena jako zastavěná plocha a nádvoří.

c) informace o vydaných rozhodnutích a povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území:

Nebyly vydány rozhodnutí ani povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území.

d) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů:

Závazná stanoviska dotčených orgánů nebyla vydána.

e) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů – geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebněhistorický průzkum apod.:

V dotčeném území nebyl proveden žádný geologický, hydrogeologický ani stavebněhistorický průzkum.

f) Ochrana území podle jiných platných předpisů:

Území v místě stávajícího objektu se nachází v ochranném pásmu jiného zvlášť chráněného území nebo památného stromu podle jiných právních předpisů.

g) Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.:

Území stavby není v záplavovém ani poddolovaném území. Zájmové území se nenachází dle územního plánu v ochranném pásmu biokoridoru a nespadá do Chráněné krajinné oblasti.

h) Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území:

Stavba nemá žádný negativní vliv na okolní zástavbu, pozemky a odtokové poměry. Architektonické řešení objektu zapadá do okolní zástavby.

i) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin:

V dotčeném území nejsou stanoveny žádné požadavky na asanace, demolice a kácení dřevin.

j) Požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa:

Pozemky není nutné vyjmout z půdního fondu. K dotčení pozemků PUPFL nedochází.

k) Územně technické podmínky (zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě):

Objekt je napojen na technickou infrastrukturu stávajícími přípojkami elektrické energie nízkého napětí, vodovodu, kanalizace a plynovodu. Inženýrské sítě jsou vedeny pod místní komunikací. Objekt je napojen na místní komunikaci parc. č. 2232 k.ú. Holásky stávajícím sjezdem. Ke stavbě není možnost bezbariérového přístupu.

l) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice:

Na stavbu se nevztahují žádné věcné ani časové vazby. Další vyvolané a související investice nejsou.

m) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba umísťuje a provádí:

Pozemek stavby parc. č. 685/2, 685/3 a 685/4 k.ú. Holásky, pozemek dotčen napojením objektu na technickou a dopravní infrastrukturu parc. č. 2232 k.ú. Holásky.

n) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo:

Ochranná a bezpečnostní pásma jsou v místech stávajících přípojek na parc. č. 685/2, 685/3 a 685/4 k.ú. Holásky.

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání

a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby; u změny dokončené stavby údaje o jejich současném stavu, závěry stavebně technického, případně stavebně historického průzkumu a výsledky statického posouzení nosných konstrukcí:

Jedná se o stávající objekt.

b) účel užívání stavby:

Jedná se o rodinný dům. Stavba je určena pro bydlení.

c) trvalá nebo dočasná stavba:

Stavba je navržena jako trvalá.

d) informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby:

Ke stavbě nebyla vydaná žádná rozhodnutí o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby.

e) informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů:

Závazná stanoviska dotčených orgánů nebyla vydána.

f) ochrana stavby podle jiných právních předpisů (např. zák. o státní památkové péči):

Na navrhovaný objekt se nevztahují žádné další právní předpisy.

g) navrhované parametry stavby - zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.:

Zastavěná plocha:	171,33 m ²
Obestavěný prostor:	1106,98 m ³
Počet nadzemních podlaží:	2
Počet podzemních podlaží:	1
Počet obytných jednotek:	1
Užitná plocha:	
1.PP	111,10 m ²
1.NP	110,56 m ²
2.NP	79,37 m ²
Celkem	301,03 m ²

h) základní bilance stavby - potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod.:

Vodovodní přípojka je ve vodoměrové šachtě osazena vodoměrem, odkud je možný odběr vody.

Dešťová voda je sváděna ze střechy do podokapních žlabů a následně vsakována.

Průkaz energetické náročnosti budovy je zpracován v samostatné příloze diplomové práce Protokol č. 2 – PENB – stávající stav.

Pro ukládání odpadu ke svozu je realizována zpevněná plocha na sběrné nádoby (popelnice) ze západní strany objektu.

Splašková voda je odváděna do sběrné jímky.

i) základní předpoklady výstavby - časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy:

Jedná se o stávající objekt. Členění na etapy a časové údaje nejsou stanoveny.

j) orientační náklady stavby:

Určené podle JKSO a orientační cena na m³ obestavěného prostoru.

Kód JKSO: 803.6 Budovy pro bydlení – Domky rodinné jednobytové

Orientační cena na m³: 6705,- Kč

Obestavěný prostor: 1106,98 m³

Orientační celková cena: 7 422 300,- Kč

B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

a) urbanismus - územní regulace, kompozice prostorového řešení:

Stavba je v souladu s územně plánovací dokumentací města Brna. Parcely č. 685/2, 685/3 a 685/4 k.ú. Holásky jsou součástí funkční plochy ÚPmB:

druh plochy: stavební

funkce: plocha pro bydlení

funkční typ: plocha předměstského bydlení

Objekt je svým vzhledem navržen tak, aby zapadal do okolní zástavby. Pozemek není regulován regulačním plánem.

b) architektonické řešení - kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení.

Půdorys objektu je tvaru L, přičemž delší strany mají rozměr 13,935 m a 12,17 m. Západní fasáda objektu je rovnoběžná s přiléhající komunikací. Rodinný dům má dvě nadzemní a

jedno podzemní podlaží. Hlavní vstup do objektu je v úrovni prvního nadzemního podlaží ze západní strany. Do prvního podzemního podlaží je přístup z venku umožněn garážovými vraty také ze západní strany. Objekt je zastřešen sedlovou střechou o různých sklonech. Jako střešní krytina je použita keramická pálená taška hnědé barvy. Fasáda je provedena z břizolitové omítky opatřené fasádním nátěrem bílé barvy. Pohledovou vrstvou soklu tvoří keramický obklad. Závětrí domu zajišťuje dřevěný masivní přístřešek s krytinou z pálených tašek a boční stěnou z dřevěných latěk.

Další venkovní přístřešek přiléhá k východní straně domu a je přístupný z terasy a z 1.PP schodištěm.

Okna jsou plastová od výrobce SULKO tmavě hnědé barvy.

Vstupní dveře jsou řešeny jako dvoudílné s neotvíravým levým křídlem.

Architektonické a urbanistické řešení stavby nijak nenarušuje charakter zástavby příměstské části.

B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

Svislá doprava osob je v RD zajištěna točitým schodištěm. Vytápění je zajištěno plynovým kondenzačním kotlem umístěným v technické místnosti v prvním podzemním podlaží. Druhým zdrojem tepla je krbová vložka Hoxter na kusové dřevo umístěna v 1.NP.

B.2.4 Bezbariérové užívání stavby

Nejsou stanoveny požadavky na bezbariérovost objektu dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.

B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby

Stavba je provedena tak, že při jejím užívání a provozu nedochází k úrazu uklouznutím, pádem, nárazem, popálením, zásahem elektrickým proudem, výbuchem uvnitř nebo v blízkosti stavby. Všechny nášlapné vrstvy mají povrchovou úpravu, aby byly splněné požadavky normy na protiskluznost a to i při změně vlhkosti. Všude, kde

hrozí nebezpečí pádu, je umístěné zábradlí odpovídající svou výškou normovým požadavkům. Platí vyhláška 20/2012 Sb. O technických požadavcích na stavby.

B.2.6 Základní charakteristika objektů

a) stavební řešení:

Objekt je navržen jako podsklepený se dvěma nadzemními podlažimi. Jsou dodrženy požadavky na minimální světlé výšky, plochy a rozměry obytných místností. Dodržení požadavků normy z hlediska tepelné techniky u stavebních konstrukcí je předmětem této diplomové práce.

b) konstrukční a materiálové řešení:

Obvodové a vnitřní nosné zdivo je vystaveno z tvárníc SIPOREX příslušné tloušťky. Příčky jsou vystaveny z cihel plných pálených. Nad otvory jsou použity systémové překlady s tloušťkou odpovídající zdivu, na které jsou uloženy. Stropní konstrukce jsou provedeny z desek Hurdis a zality betonovou zálivkou. Nosnou konstrukci střechy tvoří vaznicový tesařský krov.

c) mechanická odolnost a stabilita:

Stavba splňuje požadavky vyhlášky č. 20/2012 Sb. o technických požadavcích na stavby. Stavební konstrukce a prvky jsou použity tak, aby odpovídaly normovým požadavkům a aby po celou dobu životnosti stavby vyhovovaly požadovanému účelu a odolávaly všem účinkům zatížení a nepříznivým vlivům prostředí.

B.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení

a) technické řešení:

Všechny technické a technologické zařízení objektu jsou zpracované v rámci projektové dokumentace jednotlivých profesí.

b) výčet technických a technologických zařízení:

Výčet technických a technologických zařízení objektu je zpracován jako příloha této diplomové práce „Globální schéma energetických zdrojů“.

B.2.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení

Stávající objekt byl zatříděn do **skupiny budov OB1** – rodinné domy a rodinné rekreační objekty s nejvýše třemi obytnými buňkami, s jedním podzemním a s nejvýše třemi užitými nadzemními podlažími (užitným nadzemním podlažím je i podkrovní prostor, je-li tam pokoj apod.) a nejvýše s celkovou půdorysnou plochou všech podlaží objektu do 600 m²

Požárně technické charakteristiky objektu:

Stavební objekt: **2NP/1PP** třípodlažní, podsklepený

Svislé nosné a požárně dělící konstrukce:

- Obvodové nosné stěny – pórobetonové tvárnice SIPOREX, tl. 350 mm a 500 mm - DP1
- Vnitřní nosné stěny – pórobetonové tvárnice SIPOREX, tl. 350 mm a 500 mm- DP1
- Vnitřní nenosné příčky – zdivo z cihel plných pálených, tl. 100 mm a 120 mm- DP1
- Stěnové a stropní konstrukce podkroví – dřevěný tesařský krov opláštěný SDK deskami – DP3

Vodorovné nosné a požárně dělící konstrukce:

- Stropy – stropní desky HURDIS tl. 100 mm - DP1

Konstrukční systém objektu: **nehořlavý**

Dle čl. 7.2.8.a) ČSN 730802 svislé konstrukce i vodorovné nosné a požárně dělící konstrukce celého objektu jsou z konstrukčních částí druhu *DP1*

Požární výška: **$h = 3\text{ m}$**

Světlá výška podlaží: **$h_s = 2,7\text{ m}$**

Požadavky na zateplení – bez zateplení

Stanovení požárních úseků:

Objekt bude tvořit jeden požární úsek.

p_v určeno z ČSN 730802 příloha B, tabulka B.1 + odst. 1.2:

$$p_v = 40 + p_v'$$

$$p_v' = (p_s - 5) * 1,15$$

$$p_s = 3 + 2 + 5 = 10 \text{ kg/m}^2$$

$$p_v = 45,72 \text{ kg/m}^2$$

Stupeň požární bezpečnosti určen z ČSN 730833 odst. 4.1.1 písm. b). Požární úsek byl zaříděn do II. SPB.

Posouzení velikosti PÚ:

Dle odst. 5.1.5 ČSN 730833 se mezní rozměry požárních úseků s obytnými buňkami a s domovním vybavením nestanovují.

Posouzení požární odolnosti stavebních konstrukcí:

Požadavek:

1.NP, 1.PP odolnost 30 minut

Podkroví odolnost 15 minut

Skutečnost:

1.NP, 1.PP - stěny SIPOREX REI 180 DP1 – vyhoví

- příčky CPP EI 45 DP1 – vyhoví

- strop HURDIS tl. 200 mm REI 120 DP1 – vyhoví

Podkroví - SDK white dle tehdy platné ČSN (v době výstavby) R, EI 15 DP3 – vyhoví

- sloupky 135/135 – doporučení: vzhledem k malé dimenzi sloupky opatřit protipožárním nátěrem např. Dexaryl – vyhoví

Únikové cesty:

Navržena jedna nechráněná úniková cesta.

Doporučení:

- 1) podle vyhlášky 23/2008 Sb. doplnit autonomní hlásič detekce a signalizace v 1.NP u východu a v 2.NP nad schodištěm
- 2) Doplnit jeden kus přenosného hasicího přístroje 34A

B.2.9 Úspora energie a tepelná ochrana

Úspora energie a tepelná ochrana objektu je zpracována v samostatné části projektové dokumentace – Složka č. 5 – E Energetická analýza.

B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí

Zásady řešení parametrů stavby - větrání, vytápění, osvětlení, zásobování vodou, odpadů apod., a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí - vibrace, hluk, prašnost apod.

- **Větrání**

V objektu je větrání zajištěno přirozeně okny v obytných místnostech a nuceně v hygienických místnostech a v prostoru určeném pro vaření pomocí digestoří.

- **Vytápění**

Vytápění objektu je zajištěno plynovým kondenzačním kotlem o minimálním výkonu 4,8 kW umístěným v technické místnosti v prvním podzemním podlaží budovy. Druhým zdrojem tepla je krbová vložka Hoxter na kusové dřevo umístěna v 1.NP.

- **Osvětlení**

Jedná se o stávající stavbu, osvětlení je zajišťováno přirozeně okny. Splnění požadavků na denní osvětlení a proslunění dle ČSN 730580 není předmětem řešení.

- **Zásobování vodou**

Objekt je napojen na veřejný vodovod.

- **Odpady**

Pro sběr komunálního odpadu je určena plastová nádoba vhodná pro odvoz komunálními službami. Odpad je pravidelně odvážen spolu s dalším odpadem v rámci celé lokality stávajícím způsobem.

- **Vibrace, hluk, prašnost**

Stavba a její provoz jako celek nevyvozuje pro okolí škodlivé vibrace, hluk, prašnost apod. a nemá žádný negativní vliv na okolí.

B.2.11 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

a) ochrana před pronikáním radonu z podloží:

Dle mapy radonového indexu spadá řešený pozemek do oblasti s nízkým radonovým indexem. Nebyly provedeny sondy do konstrukcí, stav protiradonových izolací nebyl ověřen.

b) ochrana před bludnými proudy:

Není předmětem řešení tohoto projektu.

c) ochrana před technickou seizmicitou

Technická seizmicita se v dané oblasti nevyskytuje.

d) ochrana před hlukem:

Ochranu proti hluku z vnějšího prostředí zajišťují akustické vlastnosti celého obvodového pláště – obvodových stěn, střech i výplní otvorů. V okolí budovy se nevyskytuje žádný významný zdroj hluku.

e) protipovodňová opatření:

Žádná povodňová opatření nejsou potřebná, protože se stavba nenachází v povodňovém nebo záplavovém území.

f) ostatní účinky - vliv poddolování, výskyt metanu apod.:

Žádná ochrana proti ostatním účinkům není potřebná, protože se stavba nenachází v poddolovaném území a v oblasti není ani znám výskyt metanu apod.

B.3 Připojení na technickou infrastrukturu

a) napojovací místa technické infrastruktury:

Objekt je napojený na veřejné sítě technické infrastruktury, které se nachází v místní přílehlé komunikaci. Všechny přípojky inženýrských sítí jsou stávající - jedná se o přípojku na veřejnou síť vodovodu, plynovodu a elektrické energie. Přesné umístění napojení technické infrastruktury je zakresleno ve výkresové dokumentaci stavby.

b) připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky:

Nedochází k vybudování nových přípojek ani ke změnám ve stávajících. Výkonové kapacity a spotřeby vody se tedy nenavysují.

B.4 Dopravní řešení

a) popis dopravního řešení včetně bezbariérových opatření pro přístupnost a užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu nebo orientace:

Zpevněná plocha před objektem je dopravně napojená na místní komunikaci ze západní strany pozemku pomocí stávajícího sjezdu. Požadavky na bezbariérovost objektu nebyly stanoveny dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. Intenzita dopravy je zde nízká, objekt se nachází ve vedlejší ulici.

b) napojení území na stávající dopravní infrastrukturu:

Napojení na místní komunikaci je zrealizované ze západní strany stávajícím sjezdem z přístupové komunikace.

c) doprava v klidu:

Parkování je řešeno zpevněnou plochou před objektem na pozemku parc. č. 685/2 a 685/3 k.ú. Holásky a garáží.

d) pěší a cyklistické stezky:

V okolí objektu se nenachází žádné cyklistické stezky. Před objektem se nachází obecní chodník, který bude využitý pro obyvatelé domu jako komunikace pro pěší.

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

a) terénní úpravy:

Terénní úpravy nejsou v rámci projektu navrženy.

b) použité vegetační prvky:

Nezpevněné plochy jsou zatravněné nebo vysázené ozdobnými křovinami.

c) biotechnická opatření:

Pozemek je rovinný, nebudou realizovány žádné terénní ani vegetační úpravy

B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

a) vliv na životní prostředí - ovzduší, hluk, voda, odpady a půda:

Jedná se o stávající stavbu. Vliv na životní prostředí není předmětem řešení.

b) vliv na přírodu a krajinu - ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů, zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině apod.:

Jedná se o stávající stavbu. Vliv na přírodu a krajinu není předmětem řešení

c) vliv na soustavu chráněných území Natura 2000:

Stavba nemá vliv na soustavu chráněných území Natura 2000.

d) způsob zohlednění podmínek závazného stanoviska posouzení vlivu záměru na životní prostředí, je-li podkladem:

Závazné stanovisko posouzení vlivu záměru na životní prostředí není podkladem.

e) v případě záměrů spadajících do režimu zákona o integrované prevenci základní parametry způsobu naplnění závěrů o nejlepších dostupných technikách nebo integrované povolení, bylo-li vydáno:

Nebylo vydáno žádné integrované povolení.

f) navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů:

Na pozemku se nachází ochranná pásma stávajících přípojek na technickou infrastrukturu.

B.7 Ochrana obyvatelstva

Jedná se o stávající stavbu. Nejsou stanoveny požadavky na ochranu obyvatelstva.

B.8 Zásady organizace výstavby

a) potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění:

Jedná se o stávající stavbu. Zajištění médií a hmot není předmětem řešení.

b) odvodnění staveniště:

Jedná se o stávající stavbu. Odvodnění staveniště není předmětem řešení

c) napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu:

Jedná se o stávající stavbu. Napojení staveniště na dopravní a technickou infrastrukturu není předmětem řešení.

d) vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky:

Jedná se o stávající stavbu. Vliv provádění stavby na okolí není předmětem řešení

e) ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin:

Jedná se o stávající stavbu. Ochrana okolí není předmětem řešení

f) maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště:

Jedná se o stávající stavbu. Zábory pro staveniště nejsou předmětem řešení.

g) požadavky na bezbariérové obchozí trasy:

Jedná se o stávající stavbu. Bezbariérové obchozí trasy nejsou předmětem řešení.

h) maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace:

Jedná se o stávající stavbu. Likvidace odpadů není předmětem řešení.

i) bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin:

Jedná se o stávající stavbu. Bilance zemních prací není předmětem řešení.

j) ochrana životního prostředí při výstavbě:

Jedná se o stávající stavbu. Ochrana životního prostředí není předmětem řešení.

k) zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi:

Jedná se o stávající stavbu. Ochrana zdraví při práci není předmětem řešení.

l) úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb:

Jedná se o stávající stavbu. Bezbariérové užívání není předmětem řešení.

m) zásady pro dopravní inženýrská opatření:

Jedná se o stávající stavbu. Dopravní inženýrská opatření nejsou předmětem řešení.

n) stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby - provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.:

Jedná se o stávající stavbu. Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby není předmětem řešení.

o) postup výstavby, rozhodující dílčí termíny:

Jedná se o stávající stavbu. Postup výstavby není předmětem řešení.

B.9 Celkové vodohospodářské řešení

Splášková voda je odváděna potrubím do odpadní jímky o objemu 15 m³. Dešťová voda z celého objektu je odváděna ze střechy okapovými žlaby a svody na terén, kde je následně vsakována.

C Situační výkresy

C.01 Situační výkres širších vztahů

Je součástí projektové dokumentace viz. Příloha „C.01 Situační výkres širších vztahů“

C.03 Koordinační situační výkres

Je součástí projektové dokumentace viz. Příloha „C.03 Koordinační situační výkres“

D Porovnání množství celkové primární energie s reálnou spotřebou

K provedení tohoto porovnání byla uživatelem objektu poskytnuta data z odečítání stavů měřidel a následně vypočítaná i skutečná potřeba energií a to za období roku 2019, 2020, 2021 a 2022. Další určující hodnoty byly zjištěny v průkazu energetické náročnosti budovy, který tvoří přílohu Protokol č. 2 . PENB – stávající stav. Na straně 60 je uvedena celková vypočítaná primární energie pro energonositel plyn v hodnotě 21 796,22 kWh/rok a elektřinu v hodnotě 16 347,05 kWh/rok s faktorem neobnovitelné primární energie 2,6.

Rok	Plyn [kWh/rok]	Elektřina [kWh/rok]
	Reálná spotřeba	
2022	21072,00	7161,00
2021	31151,00	10249,00
2020	28691,00	11399,00
2019	5112,00	25713,00
	PENB	
	21796,22	6287,33
	Porovnání [%]	
2022	-3,32	13,90
2021	42,92	63,01
2020	31,63	81,30
2019	-76,55	308,97

Tab. č. 1: Porovnání množství celkové primární energie s reálnou spotřebou

Dílčí závěr

V roce 2022 se reálně naměřená spotřeba plynu a elektřiny nejvíce přibližuje hodnotě uvedené v průkazu energetické náročnosti budovy, která odráží standard užívání rodinného domu tříčlennou rodinou.

Ostatní roky jsou zatíženy nestandardními událostmi při užívání domu.

Z tabulky je patrné, že spotřeba plynu a elektřiny koreluje s predikovanou spotřebou ve vyhotoveném PENB.

E Energetická analýza

Zpracovatel: Bc. Nicol Prchalová
Adresa zpracovatele: Na Návsi 47/1, Brno, 620 00
Stavba: Rodinný dům Holásky
Místo stavby: Brno-Holásky, parc č. 685/2, 685/3, 685/4 k.ú. Holásky



Datum vypracování: 01/2023
Počet podlaží: 1PP/2NP
Plocha pozemku: 1113 m²
Užitná plocha:
1.PP 111,10 m²
1.NP 110,56 m²
2.NP 79,37 m²
Celkem 301,03 m²

E.1. Popis stávajícího stavu

Jedná se o stávající objekt rodinného domu, jehož nejstarší části tedy 1.PP a 1.NP pochází z roku 1980. Obvodové konstrukce jsou tvořeny pórobetonovými tvárniciemi Siporex různé tloušťky bez tepelné izolace. V roce 1999 byla provedena nástavba 2.NP v podobě podkroví, přičemž obvodové konstrukce tvoří pórobetonové tvárnice YTONG s tepelnou izolací z EPS. Stropy jsou provedeny z desek Hurdis. Objekt je založen na základových pasech. Zastřešení reprezentuje sedlová střecha se skládanou krytinou. Převažuje sklon 38°. Na jižní straně nad obývacím pokojem s jídelnou se sklon mění na 23°.

Vchod do budovy je na západní straně fasády v úrovni 1.NP. Je zde situována jedna bytová jednotka o dispozici 5+1, přičemž v podzemní podlaží se nachází garáž, technická místnost, sklep a dílna, v 1.NP se nachází vstupní hala, kuchyně, obývací pokoj s jídelnou, pokoj pro hosty, dětský pokoj, chodba a koupelna a v 2.NP je pak umístěna pracovna, šatna, ložnice a koupelna. Dopravu mezi podlažími zajišťuje točité schodiště.

E.2. Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012, ověřit zda daný objekt a jeho konstrukce splňují:

- Tepelně technické požadavky
- Požadavky z hlediska úspory energie

a to tak, aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu a při zjištění nevyhovujících parametrů navrhnout zlepšující opatření.

E.3. Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování jsou:

- dokumentace stavby – pasport
- situace širších vztahů
- fotodokumentace stavby a okolí
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality
- okrajové podmínky vnitřní a vnější

E.4. Použité právní předpisy a normy

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.
- [4] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.
- [6] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů.
- [7] ČSN 73 4301:2004 + Z1:2005 + Z2/2009 Obytné budovy.
- [8] ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov -Část 1: Terminologie.
- [9] ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov -Část 2: Požadavky.
- [10] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov -Část 3: Návrhové hodnoty veličin.
- [11] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov -Část 4: Výpočtové metody.

E.5. Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

E.5.1. Normativní požadavky

E.5.1.1. Součinitel prostupu tepla konstrukcí

Konstrukce vytápěných budov musí mít v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\phi_i \leq 60 \%$ součinitel prostupu tepla U takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

E.5.1.2. Nejnižší povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor vnitřního povrchu

Stavební konstrukce a styky konstrukcí s konstrukcemi v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\phi_i \leq 60 \%$ musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu splňoval podmínku:

$$f_{Rsi} \geq f_{RsiN}$$

$$f_{R_{siN}} = f_{R_{si,cr}}$$

kde $f_{R_{siN}}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]

$f_{R_{si,cr}}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

Splnění požadavku je prevencí proti růstu plísní u stavebních konstrukcí.

E.5.1.3. Průměrný součinitel prostupu tepla

Objekt se zařídí do klasifikační třídy dle průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ dle tabulky:

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

Tab. č. 2: Klasifikační třídy dle průměrného součinitele prostupu tepla U_{em}

kde U_{em} je průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy

$U_{em,R,class}$ je průměrný součinitel prostupu tepla obálky referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.

E.5.1.4. Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a celoroční bilance kondenzace a vypařování

Pokud dochází ve stavební konstrukci je kondenzací vodní páry, platí podmínka, že množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c v kg/m^2 a nesmí ohrozit její funkci.

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje, aby ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$ v kg/m^2 a, bylo nižší než roční kapacita odparu. Platí tedy podmínka:

$$M_{c,a} \leq M_{ev,a}$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje, aby ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$ v $\text{kg/m}^2\text{a}$ bylo nižší než $0,5 \text{ kg/m}^2\text{a}$ nebo 5-10% plošné hodnoty materiálu (nižší z hodnot). Platí tedy podmínka:

$$M_{c,a} \leq M_{c,N}$$

$$M_{c,N} = \min(0,5; 5-10\% \text{ plošné hmotnosti materiálu})$$

E.5.1.5. Pokles dotykové teploty

Podlahová konstrukce se nejprve zařídí do odpovídající kategorie podlahy dle tabulky:

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	Dětský pokoj, ložnice	I.	-
	Obývací pokoj, pracovna, kuchyně, předsín susedící s pokoji	II.	I.
	Koupelna, WC	III.	II.
	Předsín před vstupem do bytu	IV.	III.

Tab. č. 3: Kategorie podlah

Pro pokles dotykové teploty platí podmínka:

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

kde $\Delta\theta_{10,N}$ je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty ve $^{\circ}\text{C}$ uvedená v tabulce:

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [$^{\circ}\text{C}$]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

Tab. č. 4: Pokles dotykové teploty dle kategorie podlah

E.5.2. Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla

E.5.2.1. Klimatické podmínky lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru

Lokalita:	Brno, městská část Holásky, Jihomoravský kraj
Nadmořská výška:	195,426 m n.m., B.p.v.
Venkovní výpočtová teplota:	$\theta_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$
Venkovní výpočtová vlhkost:	$\varphi_e = 84 \text{ } \%$
Vnitřní výpočtová teplota:	$\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
Vnitřní výpočtová vlhkost:	$\varphi_i = 55 \text{ } \%$
Přirážka $\Delta\theta_{ai}$:	0,6 $^\circ\text{C}$
Vnitřní návrhová teplota θ_{ai} :	20 $^\circ\text{C}$ pro obytné místnosti 24 $^\circ\text{C}$ pro koupelny 13 $^\circ\text{C}$ pro dílnu, garáž, technickou místnost 5 $^\circ\text{C}$ pro sklep

E.5.2.2. Skladby posuzovaných konstrukcí

Skladby konstrukcí byly sepsány na základě odborného odhadu vycházejícího z informací poskytnutých vlastníkem stavby. Sondy do konstrukcí nebyly provedeny.

S01a Obvodová stěna (tl. 500 mm)

č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	POHLEDOVÁ	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15
2.	NOSNÁ	TVÁRNICE SIPOREX	500
3.	PENETRAČNÍ	CEMENTOVÝ POSTŘIK	3
4.	VYROVNÁVACÍ	JÁDROVÁ OMÍTKA	15
5.	POHLEDOVÁ	BŘIZOLITOVÁ OMÍTKA	15
6.	OCHRANNÁ	FASÁDNÍ NÁTĚŘ	2

S01b Obvodová stěna (tl. 350 mm)

č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	POHLEDOVÁ	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15
2.	NOSNÁ	TVÁRNICE SIPOREX	350
3.	PENETRAČNÍ	CEMENTOVÝ POSTŘIK	3
4.	VYROVNÁVACÍ	JÁDROVÁ OMÍTKA	15
5.	POHLEDOVÁ	BŘIZOLITOVÁ OMÍTKA	15
6.	OCHRANNÁ	FASÁDNÍ NÁTĚŘ	2

S02 Podlaha na terénu

č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	NÁŠLAPNÁ	EPOXIDOVÝ NÁTĚR	2
2.	ROZNÁŠECÍ	BETONOVÁ MAZANINA	40
3.	HYDROIZOLAČNÍ	SBS MODIFIKOVANÝ ASFALTOVÝ PÁS	4
4.	PODKLADNÍ	BETONOVÁ DESKA	100
		ROSTLÁ ZEMINA	

S03 Podlaha 1.NP

č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	NÁŠLAPNÁ	DŘEVĚNÁ PODLAHA	8
2.	OCHRANNÁ	MIRELON	2
3.	ROZNÁŠECÍ	BETONOVÁ MAZANINA	40
4.	AKUSTICKÁ	NÁSYP KEROMZITBETONU	75
5.	SEPARAČNÍ	GEOTEXILIE	2
6.	ZPEVŇOVACÍ	BETONOVÁ MAZANINA	25
7.	NOSNÁ	DESKA HURDIS	80
8.	POHLEDOVÁ	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15

S04 Konstrukce střešního pláště

č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	HYDROIZOLAČNÍ	SKLÁDANÁ STŘEŠNÍ KRYTINA	25
2.	KOSTRUKČNÍ	KONTRALATĚ 60/40	40
3.	NOSNÁ	STŘEŠNÍ LATĚ 60/40	40
4.	POJISTNÁ	mPVC FÓLIE	3
5.	TEPELNĚIZOLAČNÍ	IZOLACE EPS 100 UMÍSTĚNÁ MEZI KROKVEMI	180
6.	PAROTĚSNÁ	PAROZÁBRANNÁ FÓLIE	1
7.	POHLEDOVÁ	KONSTRUKCE SDK PODHLEDU	

S05 Konstrukce předstěny v podkroví

č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	POHLEDOVÁ	SDK DESKY	12,5
2.	NOSNÁ	NOSNÝ ROŠT PRO SDK DESKY	60
3.	PAROTĚSNÁ	PAROZÁBRANNÁ FÓLIE	1
4.	TEPELNĚIZOLAČNÍ	TEPELNÁ IZOLACE EPS 100	180
5.	NOSNÁ	PŘÍČKOVÉ ZDIVO YTONG	100

S06 Příčka vnitřní nenosná (tl. 100 mm)

č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	POHLEDOVÁ	KERAMICKÝ OBKLAD	6
2.	VYROVNÁVACÍ	JÁDROVÁ OMÍTKA	15
3.	NOSNÁ	ZDIVO Z CPP	100
4.	VYROVNÁVACÍ	JÁDROVÁ OMÍTKA	15
5.	POHLEDOVÁ	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15

S07 Stěna vnitřní nosná (tl. 350 mm)

č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	POHLEDOVÁ	KERAMICKÝ OBKLAD	15
2.	VYROVNÁVACÍ	JÁDROVÁ OMÍTKA	15
3.	NOSNÁ	ZDIVO Z CPP	350
4.	VYROVNÁVACÍ	JÁDROVÁ OMÍTKA	15
5.	POHLEDOVÁ	VÁPENOCEMENTOVÁ OMÍTKA	15

E.5.3. Údaje o splnění normativních požadavků**E.5.3.1. Posouzení součinitele prostupu tepla U**

Vyhodnocení vnitřních a obvodových konstrukcí, tvořící obálku budovy, bylo provedeno dle normy ČSN 73 05 40 – 2 (2011), hodnoty pro posouzení byly vzaty z tabulky pro požadované, a doporučené, hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně:

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,3	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,3	0,2	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,1
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,1
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,3	0,2	0,15 až 0,1
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,3	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12

Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,3	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,6	0,4	0,3 až 0,2
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,5	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,5	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,6	0,45 až 0,3
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,7	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,7	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,3	0,9	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně	2,7	1,8	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

Tab. č. 5: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla

Posouzení součinitele prostupu tepla U konstrukcí:

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Požadovaná hodnota U _N [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Posudek
S01a - Obvodová stěna (tl. 500 mm)	0,353	0,3	nevyhovuje
S01b - Obvodová stěna (tl. 350 mm)	0,48	0,3	nevyhovuje
S02 - Podlaha na terénu	4,338	0,45	nevyhovuje
S03 - Podlaha 1.NP	1,171	1,05	nevyhovuje
S04 - Konstrukce střešního pláště	0,217	0,24	vyhovuje
S05 - Konstrukce předstěny v podkroví	0,283	0,3	vyhovuje
S06 - Příčka vnitřní nenosná (tl. 100 mm)	2,281	2,7	vyhovuje
S07 - Stěna vnitřní nosná (tl. 350 mm)	1,484	2,7	vyhovuje

Tab. č. 6: Posouzení součinitele prostupu tepla U konstrukcí

Posouzení součinitele prostupu tepla U výplní otvorů

Posuzovaná výplň otvoru	Vypočtená hodnota U [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Požadovaná hodnota U _N [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Posudek
Okno O1	1,006	1,5	vyhovuje
Okno O2	0,957	1,5	vyhovuje
Okno O3	0,945	1,5	vyhovuje
Okno O4	0,937	1,5	vyhovuje
Okno O5	0,903	1,5	vyhovuje
Okno O6	0,897	1,5	vyhovuje
Okno O7	0,861	1,5	vyhovuje
Okno O8	0,907	1,5	vyhovuje
Okno O9	0,933	1,5	vyhovuje
Okno O10	1,300	1,5	vyhovuje
Okno O11	1,053	1,5	vyhovuje
Okno O12	1,008	1,5	vyhovuje
Okno O13	0,987	1,5	vyhovuje
Dveře D1	0,983	1,7	vyhovuje
Dveře D2	0,855	1,7	vyhovuje

Tab. č. 7: Posouzení součinitele prostupu tepla U výplní otvorů

E.5.3.2. Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

Posuzovaná konstrukce	f_{Rsi} [-]	$f_{Rsi,cr}$ [-]	Posudek
S01a - Obvodová stěna (tl. 500 mm)	0,915	0,913	vyhovuje
S01b - obvodová stěna (tl. 350 mm)	0,886	0,747	vyhovuje
S02 - Podlaha na terénu	0,195	0,299	nevyhovuje
S03 - Podlaha 1.NP	-	-	-
S04 - Konstrukce střešního pláště	0,947	0,747	vyhovuje
S05 - Konstrukce předstěny v podkroví	0,932	0,913	vyhovuje
S06 - Příčka vnitřní nenosná (tl. 100 mm)	-	-	-
S07 - Stěna vnitřní nosná (tl. 350 mm)	-	-	-

Tab. č. 8: Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor

E.5.3.3. Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla

Měrná ztráta prostupem tepla H_T (posuzovaný objekt)	414,43 W.K ⁻¹
Měrná ztráta prostupem tepla H_T (referenční objekt)	313,33 W.K ⁻¹
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}	0,500 W.m ⁻² .K ⁻¹
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,R,class}$	0,378 W.m ⁻² .K ⁻¹
Zatřídění budovy	třída D – méně úsporná

E.5.3.4. Posouzení šíření vlhkosti v konstrukci

- Posouzení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$ v kg/m²a vzhledem k roční kapacitě odparu.

Posuzovaná konstrukce	Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ [kg.m ⁻² .a ⁻¹]	Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a}$ [kg.m ⁻² .a ⁻¹]	Posudek
S01a - Obvodová stěna (tl. 500 mm)	0,5372	0,5074	nevyhovuje
S01b - Obvodová stěna (tl. 350 mm)	0,4916	1,2123	vyhovuje
S02 - Podlaha na terénu	0,0028	0,1197	vyhovuje
S03 - Podlaha 1.NP	nedochází ke kondenzaci		vyhovuje
S04 - Konstrukce střešního pláště	0,0001	1,7712	vyhovuje
S05 - Konstrukce předstěny v podkroví	nedochází ke kondenzaci		vyhovuje

S06 - Příčka vnitřní nenosná (tl. 100 mm)	nedochází ke kondenzaci	vyhovuje
S07 - Stěna vnitřní nosná (tl. 350 mm)	nedochází ke kondenzaci	vyhovuje

Tab. č. 9: Posouzení šíření vlhkosti v konstrukci

- Posouzení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$ v $\text{kg/m}^2\text{a}$ vzhledem k podmínce, že jeho hodnota má být nižší než $0,5 \text{ kg/m}^2\text{a}$ nebo 5-10% plošné hodnoty materiálu (nižší z hodnot).

Posuzovaná konstrukce	Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$]	5-10% plošné hmotnosti materiálu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$]	$\min(0,5;$ plošná hmotnost materiálu)	Posudek
S01a - Obvodová stěna (tl. 500 mm)	0,5372	0,162	0,162	nevyhovuje
S01b - Obvodová stěna (tl. 350 mm)	0,4916	0,162	0,162	nevyhovuje
S02 - Podlaha na terénu	0,0028	0,144	0,144	vyhovuje
S03 - Podlaha 1.NP	nedochází ke kondenzaci			vyhovuje
S04 - Konstrukce střešního pláště	0,0001	0,227	0,227	vyhovuje
S05 - Konstrukce předstěny v podkroví	nedochází ke kondenzaci			vyhovuje
S06 - Příčka vnitřní nenosná (tl. 100 mm)	nedochází ke kondenzaci			vyhovuje
S07 - Stěna vnitřní nosná (tl. 350 mm)	nedochází ke kondenzaci			vyhovuje

Tab. č. 10: Posouzení šíření vlhkosti v konstrukci

E.5.3.5. Posouzení poklesu dotykové teploty podlahy

S02 – Podlaha na terénu

Účel místnosti	Kategorie podlahy	$\Delta\theta_{10,N}$ [$^{\circ}\text{C}$]	$\Delta\theta_{10}$ [$^{\circ}\text{C}$]	Posudek
Garáž, dílna, technická místnost	III.	6,9	12,59	nevyhovuje

Tab. č. 11: Posouzení poklesu dotykové teploty podlahy S02 – Podlaha na terénu

S03 – Podlaha 1.NP

Účel místnosti	Kategorie podlahy	$\Delta\theta_{10,N}$ [°C]	$\Delta\theta_{10}$ [°C]	Posudek
Dětský pokoj, obývací pokoj, pokoj pro hosty	I.	3,8	5,72	nevyhovuje

Tab. č. 12: Posouzení poklesu dotykové teploty podlahy S03 – Podlaha 1.NP

Dílčí závěr:

Z provedeného posouzení vyplývá, že obvodové stěny nesplňují požadavky na součinitel prostupu tepla a množství zkondenzované vodní páry. Podlaha na terénu taktéž nevyhovuje požadavkům na součinitel prostupu tepla, teplotního faktoru a poklesu dotykové teploty. Další nevyhovující konstrukcí je podlaha 1.NP, která nesplňuje požadavky součinitele prostupu tepla a poklesu dotykové teploty. Proto budou navržena opatření pro zlepšení nevyhovujících parametrů konstrukcí. Při návrhu opatření bude zohledněn fakt, že realizace úprav bude probíhat za plného provozu budovy. Z tohoto důvodu se opatření budou týkat obvodových konstrukcí, kde dojde k zateplení stěn kontaktním systémem ETICS a změně sklady podlahy na terénu. Podlaha 1.NP zůstane beze změn, neboť se předpokládá, že úpravy by obsahovaly bourací práce v celé ploše 1.NP, které by znemožňovaly plynulý provoz v budově. Dalším předpokladem pro zlepšení tepelného mikroklimatu v 1.NP je právě návrh opatření pro konstrukce tvořící obálku budovy. Výpočty a komplexní posouzení skladeb konstrukcí byly provedeny v programu TEPLO 2017 EDU a jsou uvedeny v Protokolu č. 1 – Tepelná technika společně s výpočty součinitele prostupu tepla výplní otvorů. Pro zatřídění budovy dle průměrného součinitele prostupu tepla byl vyhotoven průkaz energetické náročnosti budovy stávajícího stavu, který je uveden v Protokolu č. 2 – PENB stávající stav.

E.6. Výpočet potřeb energie v objektu

E.6.1. Výpočet tepelných ztrát

Výpočet tepelných ztrát byl proveden pro všechny místnosti objektu. Jednotlivé výpočty jsou uvedeny v Protokolu č. 3 – Výpočet tepelných ztrát. Výsledky výpočtu:

Podlaží	Místnost	Ozn.	$\Phi_{T,i}$ [W]	$\Phi_{v,i}$ [W]	
1.PP	Technická místnost	001	438,70	308,02	
	Garáž	002	357,31	371,60	
	Dílna	003	575,95	510,54	
	Sklep	004	-30,11	37,17	
1.NP	Vstup + spíž	101+102	615,20	288,70	
	Kuchyně	103	261,23	323,08	
	Obývací pokoj s jídelnou	104	1216,31	626,48	
	Chodba + pokoj pro hosty	105+107	248,05	273,59	
	Koupelna	106	441,76	443,13	
	Dětský pokoj	108	601,49	340,49	
2.NP	Pracovna + šatna	201+202	923,75	597,07	
	Ložnice	203	478,37	493,81	
	Koupelna	204	375,77	464,65	
	Celkem		6503,78	5078,33	11582,11 W

Tab. č. 13: Výsledky výpočtu tepelných ztrát

kde $\Phi_{T,i}$ označuje tepelnou ztrátu prostupem obálkou budovy

$\Phi_{v,i}$ označuje tepelnou ztrátu větráním

Dílčí závěr

Celková tepelná ztráta posuzovaného objektu činí 11,58 kW. Pro její pokrytí bude navržen nový alternativní zdroj s výkonem minimálně 12 kW.

E.6.2. Výpočet tepelných zisků

Výpočet tepelných zisků byl proveden v programu TERUNA u obytných místností tj. dětský pokoj, obývací pokoj a pokoj pro hosty v 1.NP a ložnice a pracovna v 2.NP. Jednotlivé výpočty jsou uvedeny v Protokolu č. 4 – Výpočet tepelných zisků.

Ozn.	Popis místnosti	Maximální teplota vzduchu [°C]	Potřeba chladu [kWh]	Potřeba tepla [kWh]	Varianta
104	Obývací pokoj s jídelnou	42,05	42,08	0	bez využití zdroje chladu
		32,68	19,16	5,88	s využitím zdroje chladu, výkon 5000 W
107	Pokoj pro hosty	29,19	6,52	0	-
108	Dětský pokoj	29,24	11,94	0	-
201	Pracovna	36,54	19,87	0	-
203	Ložnice	37,93	14,07	0	-

Tab. č. 14: Výsledky výpočtu tepelných zisků

Dílčí závěr

Z výpočtů vyplývá, že předmětné místnosti je nutné v letním období chladit systémem klimatizace. Taktéž z nich vyplývá, že stávající systém klimatizace přímého chlazení vzduch-vzduch je dostačující. Pro zlepšení distribuce chladného vzduchu z vnitřní kazetové jednotky v chodbě 1.NP by bylo vhodné provést úpravu vnitřní jednotky na kanálovou s potrubním rozvodem chladného vzduchu přímo do jednotlivých místností. Tato úprava vyžaduje stavební úpravy včetně bourací prací otvorů ve stěnách. Je na uživateli, zda toto doporučení akceptuje či ne.

E.6.3. Tepelná stabilita místností

Tepelná stabilita místnosti byla provedena pro letní období v programu SIMULACE. Jako kritické místnosti byly k posouzení vybrány ložnice a pracovna v 2.NP. Jednotlivé výpočty jsou uvedeny v Protokolu č. 5 – Tepelná stabilita.

Ozn.	Popis místnosti	Maximální teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai,max}$ [°C]		Požadovaná hodnota teploty vnitřního vzduchu $\theta_{ai,max,N}$ [°C]	Posudek
		SIMULACE	TERUNA		
201	Pracovna	28,76	36,54	27	nevyhoví
203	Ložnice	37,51	37,93	27	nevyhoví

Tab. č. 15: Výsledky výpočtu tepelné stability

Dílčí závěr

Obě posuzované místnosti výrazně překračují limitní hodnotu teploty vnitřního vzduchu v letním období. V těchto místnostech jsou instalovány vnitřní splitové nástěnné klimatizační jednotky s výkonem 3,5 kW a 2,5 kW. Umístění jednotek a potrubí je znázorněno ve výkresu D.4.1.2.2. Půdorys 2.NP – schéma chlazení.

Pro další porovnání byly použity hodnoty již zjištěné při výpočtu tepelných zisků v programu TERUNA. Jsou patrné rozdílné výsledky maximální teploty vnitřního vzduchu při použití dvou různých výpočetních programů. Odlišnost výsledků v pracovně je způsobena jinými přístupem daného programu k výpočtu tepelné zátěže prostupu tepla. Program TERUNA je z pohledu uživatele a zadávání okrajových podmínek mnohem náročnější než program SIMULACE.

E.7. Návrhy jednotlivých opatření

E.7.1. Opatření č. 1 – Zateplení obvodového pláště

Toto opatření zahrnuje návrh tepelné izolace u svislých obvodových konstrukcí 1.NP (obvodové stěny S01a a S01b) tak, aby hodnoty součinitele prostupu tepla splňovaly hodnoty uvedené v normě ČSN 730540-2 (2011) a zároveň se zóna kondenzace neposunula do nežádoucích částí konstrukcí.

Je navržen zateplovací systém PCI MultiTherm Air s tepelnou izolací z čedičové vlny. Návrh je zpracován ve formě studie stávajícího a nového stavu. Byl proveden výpočet součinitele prostupu tepla U [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$] pro různé tloušťky tepelné izolace:

Tloušťka TI [mm]	U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]		Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Posudek		Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Posudek	
	S01a	S01b		S01a	S01b		S01a	S01b
100	0,194	0,222	0,3	vyhoví		0,25	vyhoví	
120	0,179	0,202		vyhoví			vyhoví	
140	0,166	0,186		vyhoví			vyhoví	
160	0,156	0,172		vyhoví			vyhoví	
180	0,146	0,160		vyhoví			vyhoví	

Tab. č. 16: Posouzení součinitele prostupu tepla pro různé tloušťky tepelné izolace

Posouzení šíření vlhkosti v konstrukci:

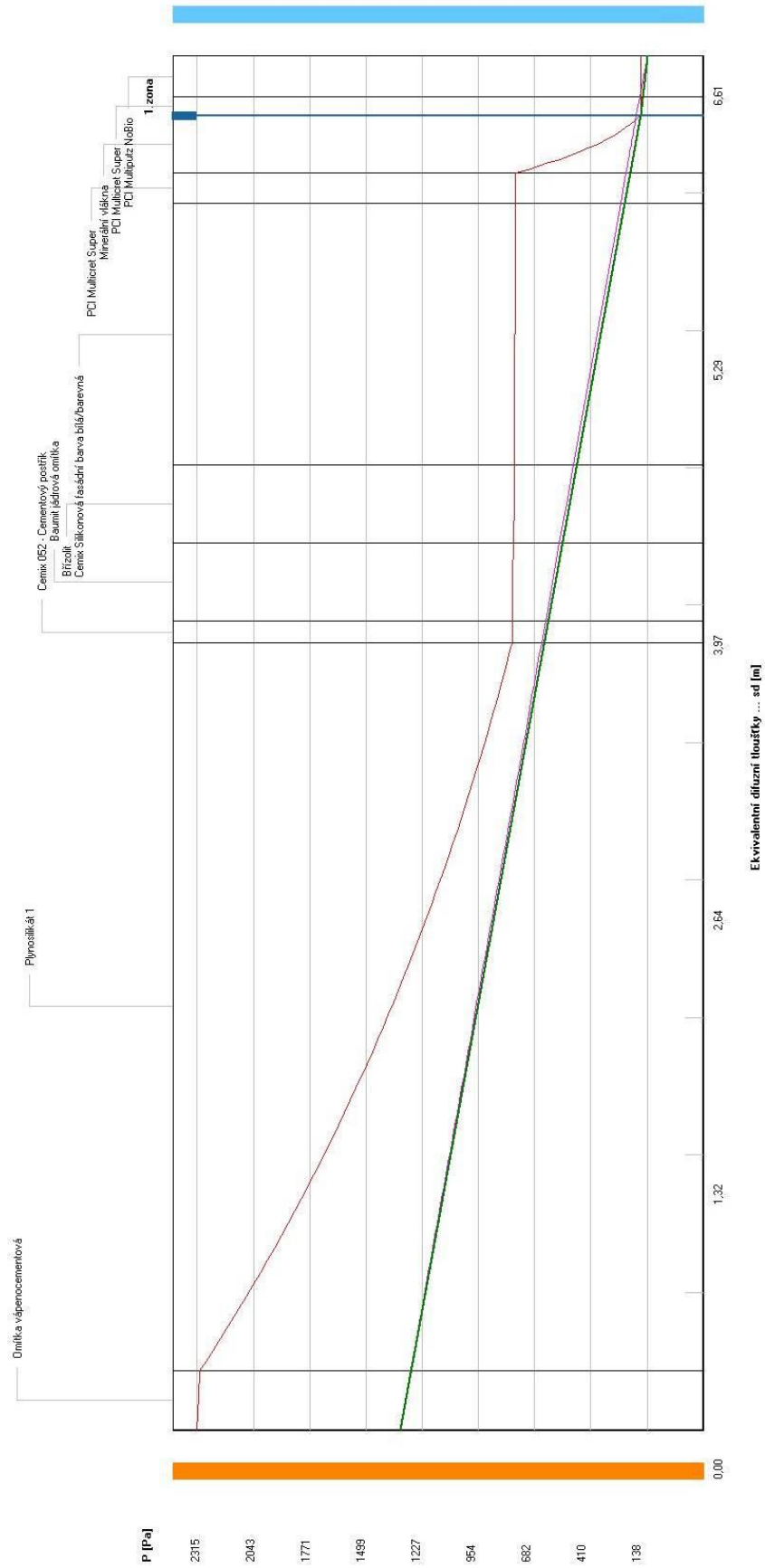
Posuzovaná konstrukce	Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$]		Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a}$ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$]	Posudek	
	Původní hodnota	Nová hodnota			
S01a - Obvodová stěna (tl. 500 mm)	0,5372	0,0089	6,5908	vyhoví	
S01b - obvodová stěna (tl. 350 mm)	0,4916	0,0182	6,5861	vyhoví	
Posuzovaná konstrukce	Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$]		5-10% Plošné hmotnosti materiálu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$]	min(0,5; plošná hmotnost materiálu)	Posudek
	Původní hodnota	Nová hodnota			
S01a - Obvodová stěna (tl. 500 mm)	0,5372	0,0089	0,204	0,204	vyhoví
S01b - obvodová stěna (tl. 350 mm)	0,4916	0,0182	0,204	0,204	vyhoví

Tab. č. 17: Posouzení šíření vlhkosti v konstrukci po opatření č. 1

Dílčí závěr

Již při použití tepelné izolace tloušťky 100 mm splní konstrukce požadavek na požadovanou i doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla i na roční množství zkondenzované vodní páry. Jednotlivé výpočty, studie a grafické znázornění zón kondenzací vodní páry jsou uvedeny v Protokolu č. 6 – Návrh ETICS.

Zóna kondenzace se při použití různé tloušťky izolace nemění, ke kondenzaci vždy dochází na hranici TI a armovací vrstvy konstrukce. S ohledem na provedené výpočty doporučuji provést izolaci stávajících obvodových konstrukcí na úrovni 1.NP TI tloušťky 140 mm.



Obr. č. 1: Vyznačení zóny kondenzace pro TI tloušťky 140 mm

E.7.2. Opatření č. 2 – Zateplení podlahy v suterénu

Toto opatření zahrnuje návrh nové skladby podlahové konstrukce na terénu v 1.PP. Návrh je zpracován ve formě studie stávajícího a nového stavu a obsahuje vybourání původní nášlapné i roznášecí vrstvy, doplnění tepelné izolace ve formě podlahových desek z EPS, položení polyethylenové fólie, zalití betonovou mazaninou a nátěr třívrstvé epoxidové podlahy. Jednotlivé výpočty a studie jsou uvedeny v Protokolu č. 7 – Návrh podlahové konstrukce.

Stávající skladba:

S02 Podlaha na terénu

č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	NÁŠLAPNÁ	EPOXIDOVÝ NÁTĚR	2
2.	ROZNÁŠECÍ	BETONOVÁ MAZANINA	40
3.	HYDROIZOLAČNÍ	SBS MODIFIKOVANÝ ASFALTOVÝ PÁS	4
4.	PODKLADNÍ	BETONOVÁ DESKA	100
		ROSTLÁ ZEMINA	

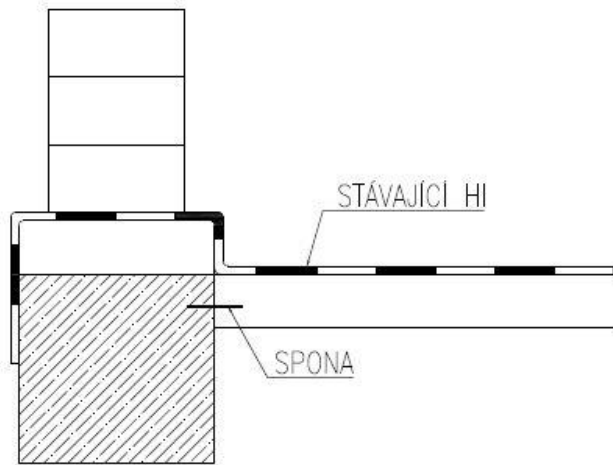
Nová skladba:

S02N Podlaha na terénu

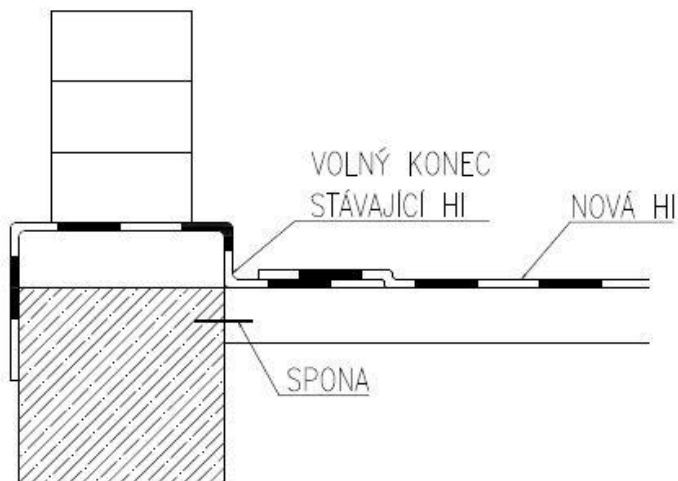
č.	Funkce	Materiál	d [mm]
1.	NÁŠLAPNÁ	EPOXIDOVÝ NÁTĚR	2
2.	ROZNÁŠECÍ	BETONOVÁ MAZANINA	40
3.	SEPARAČNÍ	POLYETHYLENOVÁ PE FOLIE	0,1
4.	TEPELNĚIZOLAČNÍ	PODLAHOVÝ POLYSTYREN EPS 100	2x60
5.	HYDROIZOLAČNÍ	SBS MODIFIKOVANÝ ASFALTOVÝ PÁS	4
6.	PODKLADNÍ	BETONOVÁ DESKA	100
		ROSTLÁ ZEMINA	

Návrh nové skladby podlahové konstrukce obsahuje přidání tepelně izolační vrstvy ve formě podlahového polystyrenu EPS 100 ve dvou vrstvách v celkové tloušťce 120 mm. Ta způsobí zvýšení podlahy nad stávající úroveň o 120 mm, což vyžaduje hlubší uložení podkladní betonové desky. Při tomto zásahu je potřeba řešit možnosti napojení a provedení vodorovné hydroizolace. Vzhledem k tomu, že nebyly provedeny sondy do stávajících konstrukcí, uvažujeme tři možné varianty provedení stávající hydroizolace a jejich možné napojení:

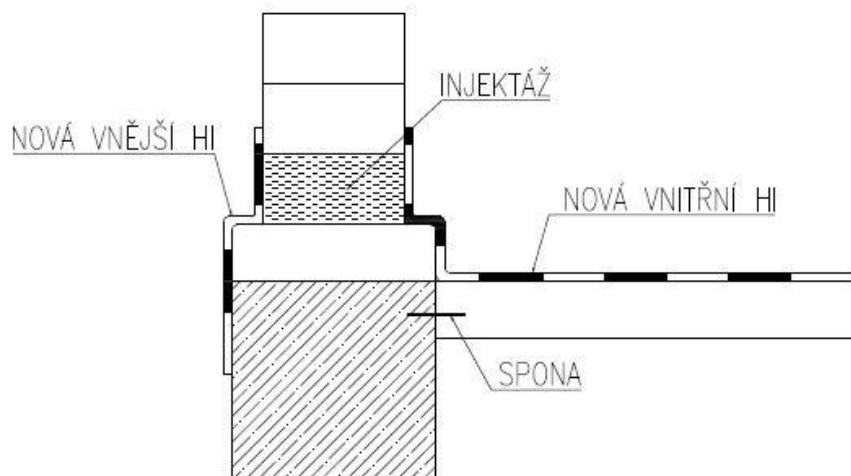
- Je provedena svislá i vodorovná HI



- Je provedena pouze svislá HI



- Není provedena žádná HI



Účel místnosti	Povodní hodnoty	Nové hodnoty	Požadované hodnoty	Posudek
Garáž, dílna, technická místnost	U [W.m ⁻² .K ⁻¹]		U _N [W.m ⁻² .K ⁻¹]	
	4,338	0,308	0,45	vyhoví
	f _{Rsi} [-]		f _{Rsi,cr} [-]	
	0,195	0,925	0,299	vyhoví
	Δθ ₁₀ [°C]		Δθ _{10,N} [°C]	
	12,56	11,32	6,9	nevyhoví

Tab. č. 18: Posouzení konstrukce po opatření č. 2

Dílčí závěr

Při aplikaci navržené skladby podlahové konstrukce vyhoví konstrukce na požadavky součinitele prostupu tepla uvedené v normě ČSN 730540-2 (2011) a teplotního faktoru. Pokles dotykové teploty však požadavku nevyhoví. Vzhledem ke způsobu určení požadavku ale nelze říci, že konstrukce je nevyhovující. Protože tabulka č. 3 Kategorie podlah neuvádí v účelu místnosti suterén, byla dle účelu místnosti vybrána nejpodobnější místnost a to předsín před vstupem do bytu. Na stranu bezpečnou pak byla zvolena doporučená kategorie podlahy tedy III. Pokud by byla zvolena hodnota požadovaná, nová podlahová konstrukce by vyhověla, neboť pro podlahy kategorie IV. není stanoven žádný požadavek.

Sledovanou hodnotou by proto měl být rozdíl poklesu dotykové teploty stávající a nové skladby podlahové konstrukce. Tento rozdíl říká, že se pokles dotykové teploty zlepšil o 1,24°C.

E.7.3. Opatření č. 3 – Instalace tepelného čerpadla

Bude navrženo tepelné čerpadlo vzduch-voda se sezónním topným faktorem SCOP min 4,45 při teplotě vody 35°C. Navržené tepelné čerpadlo bude svým výkonem pokrývat celkovou tepelnou ztrátu objektu, která činí 11,58 kW. Uvedené tepelné čerpadlo bude sloužit i pro ohřev tepelné vody. Tepelné čerpadlo bude v provedení SPLIT (venkovní a vnitřní jednotka) s chladivem R32 s hodnotou GWP 675, která odpovídá střední kategorii (150-700) potenciálu globálního oteplování (Global Warming Potential).

Navržené tepelné čerpadlo:

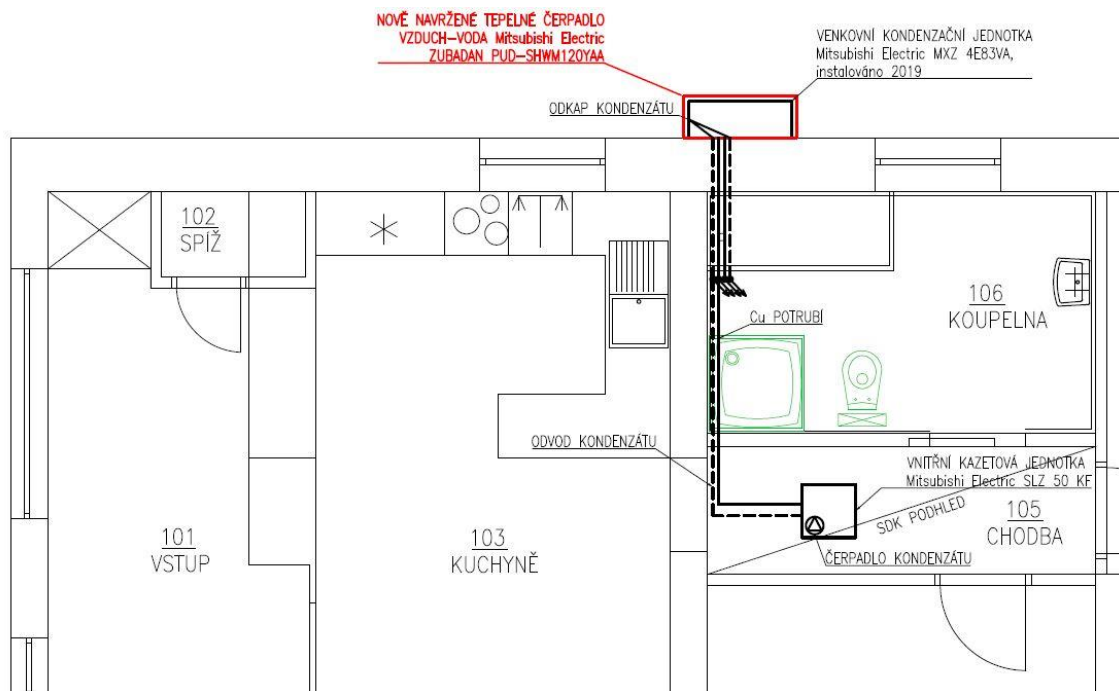
Venkovní jednotka: **Mitsubishi Electric ZUBADAN PUD-SHWM120YAA**

Vnitřní jednotka: **Mitsubishi Electric ZUBADAN EHSD YM9D**



Obr. č. 2: Ukázka venkovní jednotky navrženého tepelného čerpadla

Nové zařízení bude umístěno na severní fasádě objektu pod stávající venkovní kondenzační jednotkou systému klimatizace, viz půdorys umístění:



Obr. č. 3: Znárodnění umístění venkovní jednotky tepelného čerpadla

E.7.4. Opatření č. 4 – Návrh fotovoltaické elektrárny

Bude navržena hybridní fotovoltaická mikroelektrárna s instalovaným výkonem do 10 kWp, u které není nutnost být držitelem licence vydávané ERÚ (energetický regulační úřad). V době zpracování této diplomové práce je v legislativním procesu novela energetického zákona, která by zvýšila limit pro nutnost být držitelem licence na výrobu elektřiny z 10 kW na 50kW. V současné době však není účinná.

Výkon a počet panelů bude takový, aby celková spotřeba energie pro RD byla vždy vyšší než instalovaný výkon. Výkon bude stanoven jako 2/3 odečtené spotřeby za rok 2022. Odečtená spotřeba za období 2022 je dle informací uživatele přibližně 28 MWh/rok. Potřebný výkon fotovoltaické elektrárny je tedy 18 MWh/rok. Tomu odpovídá 21 panelů.

Sestava:

- Panely Risen RSM 455 Wp



- Střídač napětí GoodWe 10 ET (Dyness)



- Baterie Dyness HV9637 s kapacitou 14,2 kWh



Ukázka spotřeby elektrické energie z nabídky pro realizace FVE za stávajících podmínek (bez FVE) a následně s výše navrženou FVE s instalovaným výkonem 9,6 kWp.

Průběh spotřeby el. energie ve Vaší domácnosti



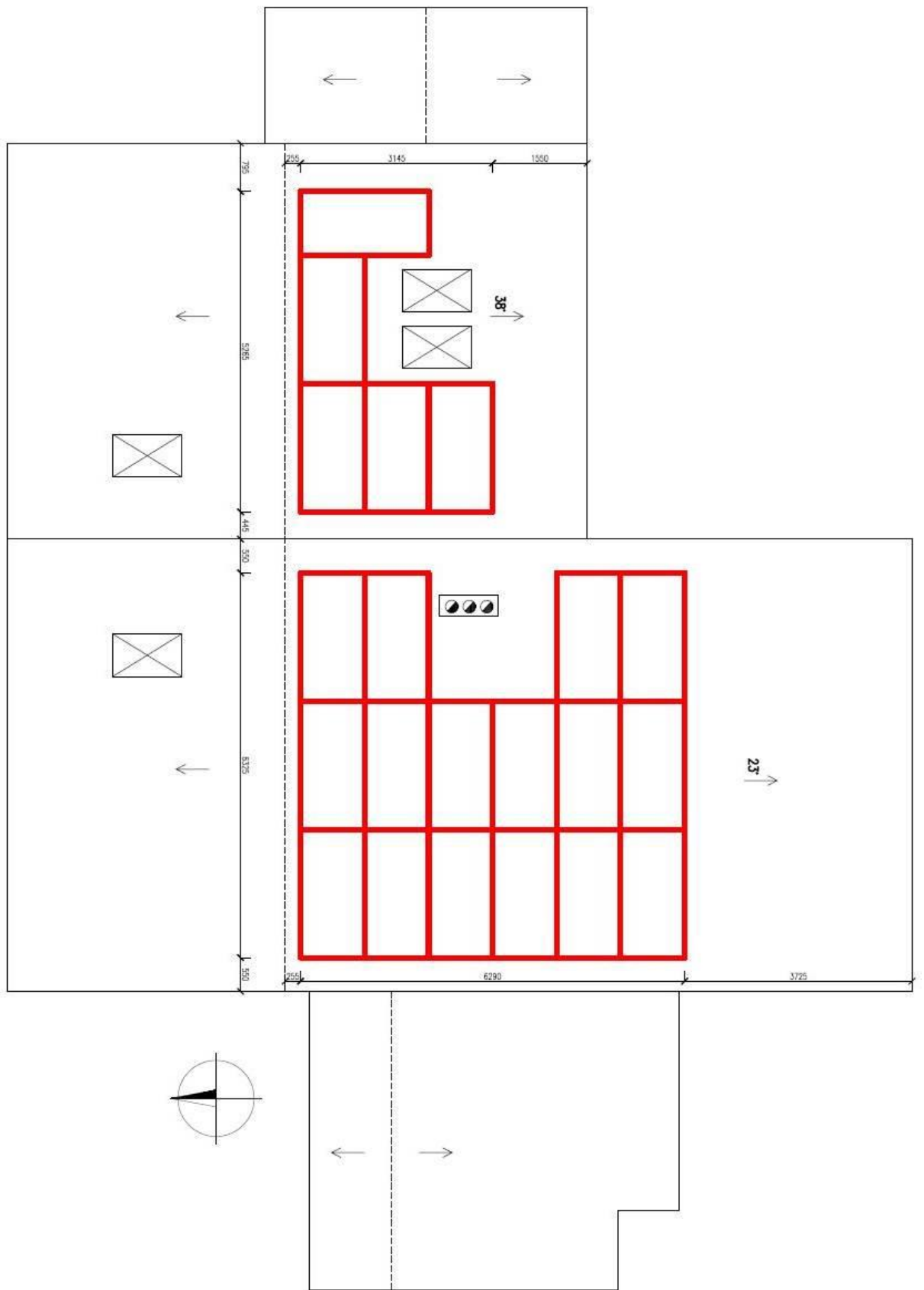
Obr. č. 4: Grafické znázornění průběhu spotřeby el. energie bez FVE

Průběh spotřeby ve Vaší domácnosti s fotovoltaikou



Obr. č. 5: Grafické znázornění průběhu spotřeby el. energie s FVE

Bude instalováno 21 kusů panelů. Panely budou umístěny na jižně orientovanou část střešního pláště se sklonem 23° v západní části a 38° ve východní části. Rozměr panelu je 2108x1048x35 mm. Možné rozmístění panelů je znázorněno na obrázku:



Obr. č. 6: Grafické znázornění možného rozmístění panelů

3 Závěr

Na reálném rodinném domě byla provedena komplexní energetická analýza, která odhalila nevyhovující parametry konstrukcí a instalovaných systémů TZB. Pro odstranění či zmírnění těchto nedostatků byla navržena čtyři různá opatření, která byla následně posouzena a porovnána se stávajícím stavem ve sledovaných parametrech, které uvádí průkaz energetické náročnosti budovy. Z vyhotovených PENB je vidět, že stávající stav objektu nevyhovuje žádnému ze tří posuzovaných parametrů.

Ke zlepšení průměrného součinitele prostupu tepla budovy bylo navrženo zateplení obvodových stěn v 1.NP a podlahové konstrukce 1.PP. I když tato opatření výrazně zlepšila hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla a to z 0,5 W/m².K na 0,43 W/m².K, obálka budovy stále nevyhoví požadavku.

Navržená opatření spočívající v zateplení obvodových stěn v 1.NP a podlahy v 1.PP ovlivnila pozitivně i množství celkové dodané energie, která se z hodnoty 130,18 kWh/m².rok dostala na 108,98 kWh/m².rok a objekt je tak pro tento parametr vyhovující. Neobnovitelná primární energie byla podpořena návrhem nového zdroje tepla a to tepelným čerpadlem vzduch-voda a fotovoltaickou mikroelektrárnou. Tato opatření velmi pozitivně ovlivnila množství neobnovitelné primární energie. Z hodnoty 99,05 kWh/m².rok byla zlepšena na hodnotu 66,08 kWh/m².rok. I přes reálný technický návrh je objekt pro parametr neobnovitelné primární energie nevyhovující.

OBÁLKA BUDOVY					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b)</i>					
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m ² .K	Budova jako celek	0,50	0,38	NE
CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. b)</i>					
Celková dodaná energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	130,18	116,00	NE
NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a)</i>					
Neobnovitelná primární energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	99,05	63,29	NE

OBÁLKA BUDOVY					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b)</i>					
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m ² .K	Budova jako celek	0,43	0,38	NE
CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. b)</i>					
Celková dodaná energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	108,98	115,74	ANO
NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a)</i>					
Neobnovitelná primární energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	66,08	63,32	NE

Provedenými úpravami se objekt rodinného domu posune v průkazu energetické náročnosti budovy ze stávající hodnoty C (téměř D) na energeticky přijatelnou třídu B. Jednotlivé energetické průkazy před a po úpravách jsou uvedeny v Protokolu č. 2 –PENB – stávající stav a Protokolu č. 9 – PENB – nový stav.

4 Seznam použitých zdrojů

Literatura

- [1] POČÍNKOVÁ, Marcela. *TZB II – Vytápění budov: Modul 1: Tepelné ztráty budov*. Brno 2006. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia.
- [2] MACEKOVÁ, Věra. *Pozemní stavitelství II (S) – Zakládání staveb, hydroizolace spodní stavby: Modul 02*. Brno 2006. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia.
- [3] RUSINOVÁ, Marie, Táňa JURÁKOVÁ, Markéta SEDLÁKOVÁ. *Požární bezpečnost staveb: Modul 01*. Brno 2006. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia.
- [4] ČUPROVÁ, Danuše. *Tepelná technika budov: Modul 04: Stavební fyzikální řešení konstrukcí budov*. Brno 2006. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia.
- [5] PRCHALOVÁ, Nicol. *Bytový dům*. Brno 2021. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemního stavitelství. Vedoucí práce Ing. Petr Beneš, CSc.

Normy

- [1] ČSN 73 4301 Obytné budovy
- [2] ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
- [3] ČSN 74 4505 Podlahy – Společná ustanovení
- [4] ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části
- [5] ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
- [6] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [7] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [8] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové hodnoty
- [9] ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- [10] ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování
- [11] ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- [12] ČSN 73 2901 Provádění vnější tepelněizolačních kompozitních systémů (ETICS)
- [13] ČSN 73 2902 Vnější tepelněizolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem Právní předpisy

- [1] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- [2] Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, v platném znění, včetně souvisejících nařízení vlády
- [3] Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících předpisů
- [4] Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů
- [5] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně
- [6] Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- [7] Vyhláška č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov
- [8] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- [9] Vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- [10] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb (ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb.)
- [11] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o požární prevenci
- [12] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- [13] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů
- [14] Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a současně platná Novela č. 136/2016 Sb.
- [15] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- [16] Nařízením vlády č. 101/2005 Sb. o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí

Webové stránky

- [1] Státní správa zeměměřictví a katastru: Nahlížení do katastru nemovitostí [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <https://nahliznidokn.cuzk.cz/>
- [2] Energetický regulační úřad [online]. 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/informace-k-fotovoltaickym-elektrarnam>
- [3] SULKO: Spolehlivá okna [online]. 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <http://www.sulko.cz/>
- [4] VELUX [online]. Plzeň: LASSELSBERGER, 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <http://www.velux.cz/>
- [5] Isover: Tepelné izolace, zvukové izolace a protipožární izolace [online]. 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <http://www.isover.cz>
- [6] DEKSOFT [online]. 2023 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <http://www.deksoft.eu>
- [7] ZUBADAN: Tepelná čerpadla [online]. 2014 [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: www.zubadan.cz
- [8] DEK stavebniny [online]. [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <http://www.dek.cz/>
- [9] TZB – info [online]. [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>

5 Seznam tabulek

- [1] Tab. č. 1: Porovnání množství celkové primární energie s reálnou spotřebou
- [2] Tab. č. 2: Klasifikační třídy dle průměrného součinitele prostupu tepla U_{em}
- [3] Tab. č. 3: Kategorie podlah
- [4] Tab. č. 4: Pokles dotykové teploty dle kategorie podlah
- [5] Tab. č. 5: Požadované, a doporučené, hodnoty součinitele prostupu tepla
- [6] Tab. č. 6: Posouzení součinitele prostupu tepla U konstrukcí
- [7] Tab. č. 7: Posouzení součinitele prostupu tepla U výplní otvorů
- [8] Tab. č. 8: Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a teplotní faktor
- [9] Tab. č. 9: Posouzení šíření vlhkosti v konstrukci
- [10] Tab. č. 10: Posouzení šíření vlhkosti v konstrukci
- [11] Tab. č. 11: Posouzení poklesu dotykové teploty podlahy S02 – Podlaha na terénu
- [12] Tab. č. 12: Posouzení poklesu dotykové teploty podlahy S03 – Podlaha 1.NP
- [13] Tab. č. 13: Výsledky výpočtu tepelných ztrát
- [14] Tab. č. 14: Výsledky výpočtu tepelných zisků
- [15] Tab. č. 15: Výsledky výpočtu tepelné stability
- [16] Tab. č. 16: Posouzení součinitele prostupu tepla pro různé tloušťky tepelné izolace
- [17] Tab. č. 17: Posouzení šíření vlhkosti v konstrukci po opatření č. 1
- [18] Tab. č. 18: Posouzení konstrukce po opatření č. 2

Seznam použitých zkratek

1.NP	První nadzemní podlaží
2.NP	Druhé nadzemní podlaží
1.PP	První podzemní podlaží
4.NP	Čtvrté nadzemní podlaží
CPP	Cihla plná pálená
SDK	Sádrokarton
TI	Tepelná izolace
DPS	Dokumentace pro provádění stavby
Tl.	Tloušťka
tl.	Tloušťka
ČSN	Česká státní norma
B.p.v.	Balt po vyrovnání
m n. m.	Metrů nad mořem
č.	Číslo
čl.	Článek
EPS	Expandovaný polystyren
PÚ	Požární úsek
SPB	Stupeň požární bezpečnosti
k.ú.	katastrální území
Ozn.	Označení
UT	Upravený terén
Sb.	Sbírky
odst.	Odstavec
Tab.	Tabulka
XPS	Expandovaný polystyren
M	Měřítko
U	Součinitel přestupu tepla [W/m ² .K]
U _N	Požadovaná hodnota součinitele přestupu tepla [W/m ² .K]
U _{rec,20}	Doporučená hodnota součinitele přestupu tepla [W/m ² .K]
U _{em}	Průměrný součinitel přestupu tepla [W/m ² .K]
U _{em,R,class}	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky referenční budovy [W/m ² .K]

U_w	Součinitel přestupu tepla okna [$W/m^2.K$]
U_f	Součinitel přestupu tepla rámem [$W/m^2.K$]
U_g	Součinitel přestupu tepla sklem [$W/m^2.K$]
θ_i	Návrhová vnitřní teplota [$^{\circ}C$]
θ_e	Návrhová venkovní teplota v zimním období [$^{\circ}C$]
$\Phi_{T,i}$	Tepelnou ztráta prostupem obálkou budovy
$\Phi_{v,i}$	Tepelná ztráta větráním
θ_{a_i}	Návrhová teplota vnitřního vzduchu [$^{\circ}C$]
$f_{R_{si,N}}$	Požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]
$f_{R_{si,cr}}$	Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]
$M_{c,a}$	Roční množství zkondenzované vodní páry [$kg.m^{-2}.a^{-1}$]
$M_{ev,a}$	Roční množství odpařitelné vodní páry [$kg.m^{-2}.a^{-1}$]
$\Delta\theta_{10,N}$	Požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty [$^{\circ}C$]
$\theta_{a_i,max}$	Maximální teplota vnitřního vzduchu [$^{\circ}C$]
$\theta_{a_i,max,N}$	Požadovaná hodnota teploty vnitřního vzduchu [$^{\circ}C$]

6 Seznam příloh

SLOŽKA Č. 1 – C SITUAČNÍ VÝKRESY

C.01 Situační výkres širších vztahů, M 1:500	2xA4
C.03 Koordinační situační výkres, M 1:200	3xA4

SLOŽKA Č. 2 – D.1.1 ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

D.1.1.1 PŮDORYS 1.NP, M 1:50	8xA4
D.1.1.2 PŮDORYS 2.NP, M 1:50	4xA4
D.1.1.3 PŮDORYS 1.PP, M 1:50	4xA4
D.1.1.4 POHLED 1, M 1:50	2xA4
D.1.1.5 POHLED 2, M 1:50	3xA4
D.1.1.6 POHLED 3, M 1:50	2xA4
D.1.1.7 POHLED 4, M 1:50	3xA4
D.1.1.8 ŘEZ A-A, M 1:50	4xA4
D.1.1.9 ŘEZ B-B, M 1:50	4xA4

SLOŽKA Č. 3 – D.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

D.1.2.1 PŮDORYS ZÁKLADŮ, M1:50	8xA4
D.1.2.2 VÝKRES KROVU, M 1:50	8xA4
D.1.2.3 PŮDORYS STŘECHY, M 1:50	4xA4
D.1.2.4 VÝPIS OKEN A DVEŘÍ	4xA4
D.1.2.5 VÝPIS SKLADEB	3xA4

SLOŽKA Č. 4 – D.1.4 TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

D.1.4.1.1 PŮDORYS 1.PP – KANALIZACE, M 1:50	2xA4
D.1.4.1.2 PŮDORYS 1.NP – KANALIZACE, M 1:50	2xA4
D.1.4.1.3 PŮDORYS 2.NP – KANALIZACE, M 1:50	2xA4
D.1.4.1.4 ODVODNĚNÍ STŘECHY, M 1:50	4xA4
D.1.4.1.5 PŮDORYS 1.PP – ROZVOD PLYNU, M 1:50	2xA4
D.1.4.1.6 PŮDORYS 1.PP – VODOVOD, M 1:50	2xA4

D.1.4.1.7 PŮDORYS 1.NP – VODOVOD, M 1:50	2xA4
D.1.4.1.8 PŮDORYS 2.NP – VODOVOD, M 1:50	2xA4
D.1.4.2.1 PŮDORYS 1.NP – CHLAZENÍ, M 1:50	2xA4
D.1.4.2.2 PŮDORYS 2.NP – CHLAZENÍ, M 1:50	2xA4
D.1.4.3.1 PŮDORYS 1.PP – VYTÁPĚNÍ, M 1:50	2xA4
D.1.4.3.2 PŮDORYS 1.NP – VYTÁPĚNÍ, M 1:50	2xA4
D.1.4.3.3 PŮDORYS 2.NP – VYTÁPĚNÍ, M 1:50	2xA4
D.1.4.3.4 SCHÉMA STROJOVNY	2xA4
GLOBALNÍ SCHÉMA ENEGETICKÝCH ZDROJŮ	2xA4

SLOŽKA Č. 5 – E ENERGETICKÁ ANALÝZA

PROTOKOL Č. 1 – TEPELNÁ TECHNIKA	43xA4
PROTOKOL Č. 2 – PENB – STÁVAJÍCÍ STAV	99xA4
PROTOKOL č. 3 – VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	17xA4
PROTOKOL č. 4 – VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ	15xA4
PROTOKOL č. 5 – TEPELNÁ STABILITA	
PROTOKOL č. 6 – NÁVRH ETICS	
PROTOKOL č. 7 – NÁVRH PODLAHOVÉ KONSTRUKCE	10xA4

SLOŽKA Č. 6 – TECHNICKÉ LISTY

TECHNICKÝ LIST Č. 1 – AKUMULAČNÍ NÁDRŽ	3xA4
TECHNICKÝ LIST Č. 2 – OKNA SULKO	1xA4
TECHNICKÝ LIST Č. 3 – STŘEŠNÍ OKNA VELUX	4xA4
TECHNICKÝ LIST Č. 4 – TI ISOVER TF PROFI	2xA4
TECHNICKÝ LIST Č. 5 – ETA HMOŽDINKY EJOTHERM	23xA4
TECHNICKÝ LIST Č. 6 – PANELY RISEN RSM	2xA4
TECHNICKÝ LIST Č. 7 – STRÍDAČ NAPĚTÍ GOODWE	2xA4
TECHNICKÝ LIST Č. 8 – BATERIE DYNES	8xA4