

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra konstrukcí pozemních staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bytový dům se zajištěním vyšší míry energetické
soběstačnosti

Autor práce:

Bc. Alžběta Nehasilová

Vedoucí práce:

prof. Ing. Petr Hájek, CSc.

Praha 2017



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

| | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|
| Příjmení: <u>Nehasilová</u> | Jméno: <u>Alžběta</u> | Osobní číslo: <u>396504</u> |
| Zadávající katedra: <u>K124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb</u> | | |
| Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u> | | |
| Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u> | | |

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

| | |
|---|--|
| Název diplomové práce: <u>Bytový dům se zajištěním vyšší míry energetické soběstačnosti</u> | |
| Název diplomové práce anglicky: <u>Residential building with higher level of energy self-efficiency</u> | |
| Pokyny pro vypracování: Vypracujte návrh novostavby bytového domu v Praze se zaměřením na zajištění vyšší míry soběstačnosti v případě dočasného výpadku energetických zdrojů. | |
| Seznam doporučené literatury: ČSN 73 0540 studijní podklady ze studia na FSv ČVUT v Praze | |
| Jméno vedoucího diplomové práce: <u>prof. Ing. Petr Hájek, CSc.</u> | |
| Datum zadání diplomové práce: <u>3.10.2016</u> | Termín odevzdání diplomové práce: <u>8.1.2017</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i> |
| _____ | _____ |
| Podpis vedoucího práce | Podpis vedoucího kateary |

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

| | |
|-----------------------|---------------------|
| <u>7.10.2016</u> | _____ |
| Datum převzetí zadání | Podpis studenta(ky) |

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: ALŽBĚTA NEHASILOVA

Název diplomové práce: Bytový dům se zajištěním vyšší míry energetické soběstačnosti

Základní část: KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB podíl: 50% %

Formulace úkolů: Vypracujte návrh novotvar bytového domu v Praze se zaměřením na zajištění vyšší míry soběstačnosti. Východnou část zpracujte na úrovni projektů pro stavební řízení. Vypracujte komplexní náčrty a návrhy M1:20.

Podpis vedoucího DP:

Datum: 3.10.2016

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: Betonové a zděné konstrukce podíl: 10%

Konzultant (jméno, katedra): PETR BILY, K133

Formulace úkolů: Koncepce nosného systému, předběžný návrh a ověření klíčových prvků. Návrh schodiště. Výkres skladby typ. podlaží.

Podpis konzultanta:

Datum: 8.11.2016

3. Část: TZB podíl: 20%

Konzultant (jméno, katedra): MIROSLAV URBAN K125

Formulace úkolů: Koncept systémů TZB, základní general, technický popis

Podpis konzultanta:

Datum: 7.12.2016

4. Část: Reserše ostrouhých systémů podíl: 15%

Konzultant (jméno, katedra): HÁJEK P.

Formulace úkolů: Zpracujte reserši ostrouhých systémů a klíčového rámcu pro zapojení jejich autorem

Podpis konzultanta:

Datum: 3.10.2016

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1. stranou zadání již ve 2. týdnu semestru)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze 8. ledna 2017

.....

Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu profesoru Petru Hájkovi za odborné vedení. Rovněž děkuji odborným konzultantům za jejich ochotu a trpělivost při konzultacích. Dále děkuji všem lidem, kteří mě provázeli celým studiem. Velký dík patří především mé rodině a přátelům, bez jejichž podpory by studium nebylo možné.

Abstrakt

Cílem mé diplomové práce je návrh bytového domu, který je provozuschopný i za výpadku dodávek energií. Jeho energetické zdroje by měly být využitelné i za běžného provozu. Objekt měl zároveň splňovat zásady udržitelné výstavby.

V této práci se nachází rešerše energeticky soběstačných objektů a popis zdrojů elektrické energie a tepla. Druhá polovina práce se týká navrženého objektu. Je zde uvedeno konstrukční řešení a provedení technických zařízení budovy. Dále jsou popsány uvažované provozní stavy. Na závěr byla spočítána energetická náročnost budovy a její vliv na environmentální prostředí.

V přílohách se nachází statický návrh, projektová dokumentace a návrh technického zařízení budovy včetně výkresové dokumentace.

Klíčová slova

Energetická soběstačnost, energetické zdroje, blackout, výpadek dodávky energií, pasivní dům, udržitelnost

Abstract

The aim of my thesis is to design an apartment building, which will be operational even after the failure of energy supply. Its energy resources should be used with respect to the standard daily needs of its inhabitants. The building should also satisfy the requirements of sustainable construction as well.

There is an overview of the self-sufficient buildings objects and description of sources of electric power and heat. The second part of my thesis covers self-designed object, construction design and the technological equipment in the basement. I have outlined the operational states of the building under different circumstances. The building's environmental impact and the energetic efficiency are discussed at the end of my thesis.

The static design, project documentation and the building design along with the building drawings are all available in the appendix.

Key words

Energy self-sufficiency, energy sources, blackout, loss of energy supply, passive house, sustainability

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod | 11 |
| 1.1 | Cíl práce..... | 12 |
| 2 | Inspirace v ČR a ve světě | 13 |
| 2.1 | Energeticky soběstačný dům u Prahy | 13 |
| 2.2 | Air House..... | 14 |
| 2.3 | „Off-grid apartment in San Francisco“ | 15 |
| 2.4 | Monte-Rosa-Hütte | 16 |
| 2.5 | „Premier immeuble collectif autonome en énergie“ | 17 |
| 3 | Soběstačnost | 18 |
| 3.1 | Energie | 18 |
| 3.1.1 | Solární soustavy | 19 |
| 3.1.2 | Kogenerace | 22 |
| 3.1.3 | Elektrocentrály..... | 23 |
| 3.1.4 | Teplovod | 23 |
| 3.1.5 | Tepelná čerpadla..... | 24 |
| 3.2 | Záložní zdroje | 24 |
| 3.2.1 | Baterie..... | 24 |
| 3.2.2 | Bezbatiové energocentrum | 25 |
| 3.3 | Konstrukce | 25 |
| 4 | Řešený objekt..... | 26 |
| 4.1 | Architektonické řešení a dispozice..... | 26 |
| 4.2 | Statické řešení..... | 27 |
| 4.3 | Konstrukční a materiálové řešení | 27 |
| 4.3.1 | Stěny | 27 |
| 4.3.2 | Střecha | 28 |
| 4.3.3 | Stropní konstrukce | 28 |
| 4.3.4 | Podlaha v suterénu | 29 |
| 4.3.5 | Okna | 29 |
| 4.4 | TZB a prvky pro zajištění určité míry energetické soběstačnosti..... | 30 |
| 4.4.1 | Návrh prvků soběstačnosti..... | 31 |
| 4.4.2 | Nouzový provoz..... | 33 |
| 4.4.3 | Běžný provoz | 34 |

| | | |
|------|--|----|
| 5 | Energetická náročnost budovy..... | 35 |
| 6 | Zhodnocení environmentálního dopadu budovy..... | 36 |
| 7 | Závěr..... | 40 |
| 8 | Bibliografie | 41 |
| 9 | Použitý software..... | 46 |
| 10 | Přílohy | 47 |
| 10.1 | A Statická část - v samostatné příloze..... | 47 |
| 10.2 | B Stavební část - v samostatné příloze | 47 |
| 10.3 | C TZB část - v samostatné příloze..... | 47 |
| 10.4 | D Zhodnocení environmentálního dopadu budovy | 47 |
| 10.5 | E Obsah přiloženého CD..... | 63 |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Půdorys soběstačného RD u Prahy, převzato z: [5] | 13 |
| Obrázek 2: Pohled na prosklenou stěnu, převzato z: [5] | 14 |
| Obrázek 3: Air house před Stavební fakultou ČVUT | 15 |
| Obrázek 4: Energeticky soběstačný dům v San Francisku, převzato z: [8] | 15 |
| Obrázek 5: Monte-Rosa-Hütte, převzato z: [47] | 16 |
| Obrázek 6: Energeticky soběstačná budova ve Švýcarsku, převzato z: [10] | 17 |
| Obrázek 7: Návrh dispozice, typické podlaží | 26 |
| Obrázek 8: Skladba nadzemních obvodových stěn | 27 |
| Obrázek 9: Skladba suterénní stěny | 28 |
| Obrázek 10: Skladba střechy | 28 |
| Obrázek 11: Skladba podlahy bytu | 29 |
| Obrázek 12: Skladba podlahy suterénu | 29 |
| Obrázek 13: Schéma energetických zdrojů a potřeb, běžný provoz | 31 |
| Obrázek 14: Schéma energetických zdrojů a potřeb, výpadek elektrické energie | 31 |
| Obrázek 15: Schéma energetických zdrojů a potřeb, výpadek plynovodu | 31 |
| Obrázek 16: Měsíční potřeba energie - běžný provoz | 32 |
| Obrázek 17: Primární svázaná energie, porovnání hodnocené budovy s jinými bytovými domy, graf se vzorkem budov (jiné bytové domy) poskytnul Ing. M. Vonka | 37 |
| Obrázek 18: Potenciál globálního oteplování, porovnání hodnocené budovy s jinými bytovými domy, graf se vzorkem budov (jiné bytové domy) poskytnul Ing. M. Vonka | 38 |
| Obrázek 19: Potenciál okyselování prostředí, porovnání hodnocené budovy s jinými bytovými domy, graf se vzorkem budov (jiné bytové domy) poskytnul Ing. M. Vonka | 39 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Výkaz výměr | 48 |
| Tabulka 2: Environmentální profil materiálů - spotřeba primární energie..... | 50 |
| Tabulka 3: Environmentální profil materiálů - potenciál globálního oteplování..... | 52 |
| Tabulka 4: Environmentální profil materiálů - potenciál okyselování prostředí | 54 |
| Tabulka 5: Environmentální profil materiálů - potenciál eutrofizace prostředí | 56 |
| Tabulka 6: Environmentální profil materiálů - potenciál ničení ozonové vrstvy | 58 |
| Tabulka 7: Environmentální profil materiálů - potenciál tvorby přízemního ozonu | 60 |
| Tabulka 8: Environmentální profil budovy - fáze výstavby..... | 62 |
| Tabulka 9: Environmentální profil budovy - fáze provozu..... | 62 |
| Tabulka 10: Energetická bilance - porovnání svázané a provozní energie | 62 |

1 Úvod

Dnešní vyspělý svět je čím dál tím více závislý na externích dodávkách energií. Jsou to teplo, plyn a především elektřina. Teplo se vede teplovody nebo horkovody a využívá se k vytápění budov a ohřevu teplé vody. V současné době většina objektů není teplem zásobována centrálně, a tak využívá k jeho výrobě jiné zdroje. Plyn je využíván k vaření, vytápění a ohřevu vody. Ke stejným účelům je v mnoha objektech využívána elektřina, která je dále nepostradatelná pro provoz většiny spotřebičů v domácnostech. Z tohoto je zřejmé, že elektrická energie dokáže teplovody a plynovody poměrně snadno nahradit (v případě, že uživatelé mají záložní elektrické spotřebiče), avšak při výpadku elektřiny nastává problém s fungováním budovy a většiny spotřebičů.

V současné době nedochází v ČR k dlouhodobým výpadkům elektřiny, navíc ne na tak velkém území, jako se tomu stalo například v Itálii. [1] Ovšem množství přírodních katastrof pomalu vzrůstá, a tak je blackout reálnou hrozbou. Termín blackout znamená označení pro rozsáhlý výpadek dodávky elektrického proudu. Jeho příčinou mohou být různé klimatické jevy a změny či souhra více nehod současně nebo velké přetoky ze zahraničí. Elektrizační soustava má schopnost vyrovnat se s lokálními poruchami, vandalstvím či chybou obsluhy, avšak při současném výskytu více nehod či při vícenásobném teroristickém útoku velmi rychle dojde ke kolapsu soustavy. [2, 4]

V případě výpadku elektrické energie lze při funkční dodávce plynu uvažovat o výrobě elektřiny kogenerací, je-li objekt vybaven kogenerační jednotkou. Avšak dojde-li k přerušení všech dodávek energií, je nutné, aby objekt byl schopen ostrovního provozu. Ostrovní provoz či systém znamená, že objekt je schopen fungovat nezávisle na externích dodávkách energií. [13] Navíc mnoho obytných domů není napojeno na plyn či teplovod nebo ho nemají ve své blízkosti, a tak využívají pouze elektřinu. Elektrická energie je pro náš současný způsob života nepostradatelná, a pokud není objekt dopředu vybaven způsobem skladování či vlastní výroby elektrické energie, nezbývá obyvatelům než doufat v brzké obnovení dodávky.

Blackout neznamená jen nefunkčnost osvětlení a dalších běžných spotřebičů. Bude nutno vyprostit lidi z výtahů, metra, vlaků, dojde k chaosu na silnicích v důsledku vypnutí dopravní signalizace. V domech nepoteče voda, při výpadku trvajícím déle než 24 hodin se potraviny v chladničkách a mrazničkách začnou kazit. Při velmi rozsáhlém blackoutu pravděpodobně selžou i odvody odpadních vod. Vodu, potraviny ani cokoliv jiného nebude možno zakoupit, obchody stejně jako jiné instituce a podniky budou mimo provoz. Pokud ani obchody nebudou mít záložní zdroje i jejich potraviny vyžadující tepelně upravené prostředí se zkaží.

Pak teoreticky přežijí jen ostrovně fungující objekty, kterých je poskrovnu. I tyto objekty však budou nucené s energií šetřit a používat ji v omezeném režimu oproti běžnému stavu.

Dále je tu možnost lokálních ostrovů, které zásobují energií své okolí – místní elektrárny a teplárny. Za normální situace jsou tyto provozy napojeny na elektrizační soustavu ČR. V případě krize se však odpojí a pracují samostatně. Tyto ostrovní sítě musí být schopné startu z nuly. To znamená, že musí být schopny samy naběhnout a samy se nafázovat na standardy naší přenosové soustavy tak, aby vyhovovala všem zapojeným spotřebičům. Ostrovní výroby jsou tak potom nápomocny při obnově jednotné sítě po blackoutu. [52, 53]

Je třeba ostrovní provozy podporovat a zároveň mít sestavený a nacvičený krizový plán, neboť kolaps při blackoutu nastává velmi rychle a obnova dodávky elektrické energie může trvat i několik týdnů. A elektřinu neumíme skladovat v takovém množství jako plyn či ropu, tudíž krizi nelze tak snadno překonat. V České republice jsou již některé teplárny, které mají odzkoušený ostrovní provoz a byly by schopné zásobovat část či celé město elektřinou. [4] Důležité je, aby do všech domovů bylo možno dovést (nebo v nich vyrobit) alespoň minimální potřebné množství elektrické energie. Dodávku lze regulovat inteligentními elektroměry, aby nedocházelo k vypínání celých čtvrtí, ale pouze k omezené dodávce pro nezbytné spotřebiče. [3]

1.1 Cíl práce

Řešení totálního blackoutu na velkém území je tedy velmi složitým a komplexním problémem. Pro funkčnost naší společnosti je potřebná souhra jednotlivých zdrojů elektrické energie a možnost rozdělit republiku na jednotlivé energeticky samostatné celky. Pro takto rozsáhlý výpadek elektrického proudu není jednotlivě stojící ostrovní objekt zárukou přežití.

Cílem mé diplomové práce je návrh bytového domu splňujícího zásady udržitelné výstavby, který je schopný uspokojovat potřeby svých obyvatel za lokálního výpadku dodávky energií nebo při blackoutu netrvajícím dlouhou dobu. Zároveň je vhodné, aby zdroje byly využitelné i za běžného provozu, tedy nejen za stavu nouze a aby pouze „nečekaly“ na výpadek elektrické energie či plynu.

Na ploché střeše, rovněž zasypané zeminou, je instalováno 46 fotovoltaických panelů. Výkon této ostrovní fotovoltaické elektrárny je 2,5 kWp. Baterie mají kapacitu dvoudenního provozu domu. Systém je doplněn naftovou elektrocentrálou. Spotřebiče jsou dále rozděleny do tří okruhů dle požadavku na jejich funkčnost. První skupinou jsou ty, jež majitel požaduje funkční v každém případě (př. chladnička), druhá skupina zastává takové spotřebiče, jejichž provoz může počkat na dobu, kdy je elektřiny více (př. pračka) a třetí jsou ty, které spotřebovávají nadbytek proudu a jejichž provoz není nezbytně nutný (ohřev bazénu).



Obrázek 2: Pohled na prosklenou stěnu, převzato z: [5]

Vodou se objekt zásobuje z vlastní studny. Kanalizace je svedena do jímky, kterou je nutno vyvážet. Dešťová voda se nechává zasakovat na pozemku. Vytápění zajišťuje kotel na dřevo s akumulační nádrží. Na objektu jsou dodatečně nainstalovány i fototermické trubkové vakuové kolektory. Větrání je nucené s rekuperací, ale využívá se jen v noci, a to periodicky. Právě vzduchotechnika představuje pro objekt, dle pana architekta Fojta, jeden z největších spotřebičů elektřiny. [5, 6]

2.2 Air House

Dalším objektem, který je zde uveden jako příklad soběstačného domu, je soutěžní dům Air House českých studentů. Cílem soutěže Solar Decathlon byl návrh, stavba a provoz energeticky soběstačného domu. Soutěž se konala v Kalifornii, proto je dům navržen především na tamní klimatické poměry.

Dům se skládá z jedné obytné místnosti, sociálního zázemí, technické místnosti a velké terasy. Hlavním konstrukčním materiálem je dřevo – nosné prvky, tepelná izolace, fasáda i zařizovací předměty.

Elektřinu obstarává fotovoltaický systém tvořený 33 monokrystalickými panely. Pro účely soutěže byla vyrobená energie dodávána do veřejné sítě. Pro provoz v ČR

bylo uvažováno s napojením na síť nebo dodání baterií do objektu, aby byl zcela nezávislý. Pro přípravu teplé vody slouží 2 fototermické panely a zásobník. Pro období s nedostatkem slunečního svitu by bylo přidáno tepelné čerpadlo. Větrání zajišťuje vzduchotechnický systém s rekuperací. Odpadní vody jsou svedeny do septiku, odkud jsou přečerpávány do biočistírny odpadních vod. Šedé odpadní vody jsou čištěny v kořenové čistírně a následně po vyčištění jsou používány na závlahu. [7]



Obrázek 3: Air house před Stavební fakultou ČVUT

2.3 „Off-grid apartment in San Francisco“

V San Francisku měl být na jaře 2016 dostaven energeticky soběstačný bytový dům. Jedná se o šestipodlažní budovu provedenou v pasivním standardu. Budova působí homogenním dojmem, neboť architekti se snažili omezit tepelné mosty v obálce budovy. Balkony vytvářejí stín pro nižší patra a snižují tak tepelnou zátěž v letním období.



Obrázek 4: Energeticky soběstačný dům v San Francisku, převzato z: [8]

Pro výrobu elektrické energie jsou nainstalovány fotovoltaické panely a pro její uložení se využívají baterie. V případě výpadku elektrické energie v okolí bude budova nadále plně funkční. Budova je i tak napojena na vnější elektrickou síť, kvůli případnému sdílení energie. Aby bylo s energií optimálně nakládáno, byl vyvinut software, který spotřebou energie v budově napodobuje živý organismus.

Objekt pro svůj provoz používá pouze elektrickou energii, žádná fosilní paliva. Na střeše se nachází zahrada s terasou pokrytou poloprůhlednými oboustrannými fotovoltaickými panely. Tyto panely využívají též energii ze záření dopadajícího na zadní stranu panelu odrazem od terénu či okolních ploch. V objektu bude samozřejmě nucené větrání. Pro další úspory energie zde budou tepelná čerpadla pro chlazení ledniček a ohřev teplé vody. [8, 9]

2.4 Monte-Rosa-Hütte

Jedná se o horskou chatu, která stojí ve Švýcarsku u ledovce Gornergletscher ve výšce 2883 m n. m. Ač zde panují extrémní klimatické podmínky, budova je provozu schopná po celý rok. Je to dřevostavba s hliníkovým pláštěm. Na střeše a jižní fasádě jsou fotovoltaické panely. Ubytování poskytuje 120 lůžek. Pitná voda je uschována v kaverně, do které je zachycena během jarního tání. Na splachování je používána šedá voda. Celý objekt je řízen dle předpovědi počasí, která ovlivňuje klimatizaci, osvětlení, čištění odpadních vod, vytápění a napájení z baterií. Odpadní vody se čistí v době dostatku sluneční energie, aby se baterie nevybíjely procesem čištění. Vytápění obstarává bloková kotelná spalující řepkový olej či kapalný propan, které je potřeba dovážet. [47]



Obrázek 5: Monte-Rosa-Hütte, převzato z: [47]

2.5 „Premier immeuble collectif autonome en énergie“

Ve Švýcarsku ve městě Brütten se staví bytový dům o devíti bytových jednotkách. Má splňovat parametry ostrovního provozu, nebude připojen k elektrické síti. Měly by být instalovány akumulátorové baterie Helion Solar, které jsou schopny pokrýt denní potřebu elektrické energie. Baterie se nacházejí v suterénu a jejich kapacita je dostatečná, aby vykryla tří až čtyřdenní deficit energie.

Střecha a fasáda mají být pokryty fotovoltaickými panely. Pro vytápění slouží tepelné čerpadlo. Dům by si měl vystačit s elektrickou energií i v období bez přímého slunečního záření, a to po dobu tří zimních měsíců. V létě budou totiž přebytky energie ukládány do vodíkových palivových článků. Z nich se v zimě bude získávat teplo a elektřina. V budově se též počítá s elektromobily a s automobily na bioplyn, který se bude získávat z kuchyňského odpadu. [10, 11]



Obrázek 6: Energeticky soběstačná budova ve Švýcarsku, převzato z: [10]

3 Soběstačnost

Pokud si má objekt zachovat svoji funkčnost i v období výpadku některého ze zdrojů energie, musí být schopen si chybějící energii sám vyrobit. Buďto všechnu nebo alespoň omezené množství pro nouzový režim provozu. K výrobě lze využít zdroje obnovitelné nebo neobnovitelné. Z uvedených řešerší ve druhé kapitole je patrné, že objekty ve snaze zajistit si soběstačnost používají fotovoltaické elektrárny v kombinaci s bateriemi a zároveň elektrocentrálu či kotel. V případě ukázky ze San Franciska je instalována pouze fotovoltaika s bateriemi. Tento systém je pak schopen překonat krátké přerušení dodávky elektrického proudu, ale pro běžný provoz je závislý na vnější distribuční síti.

Energetickou soběstačnost lze poměrně snadno zajistit, pomineme-li návratnost systému a jeho vliv na životní prostředí. Výkonná elektrocentrála by zvládla zásobovat bytový dům i za běžného provozu, avšak takové řešení je vhodné především tam, kde by výpadkem mohly být ohroženy životy či bezpečnost (například nemocnice). Ale i kdyby si bytový dům zachoval všechny funkce, nadále udržoval vhodné vnitřní mikroklima a všechny spotřebiče by byly plně funkční, pro přežití dlouhodobého blackoutu by sami obyvatelé měli být uvědoměni. Buď by měli mít dostatečné zásoby trvanlivých potravin a pitné vody, nebo by v objektu mohl být nouzový sklad, o jehož obsah by se staral správce objektu.

Další problém by mohl nastat v odvodu odpadních a dešťových vod. V jejich případě se nabízí různá řešení, která by mohla vést k zefektivnění hospodaření s odpadní a pitnou vodou během běžného provozu budovy. Možností jsou například bioplynové stanice a kořenové čistírny odpadních vod, ale takové řešení je hypoteticky možné pro nově vznikající sídla, kde se s nimi bude počítat již při urbanistickém návrhu.

3.1 Energie

Je nutno pokrýt potřebu elektrické energie pro provoz bytových jednotek a společných prostor. Dále zajistit potřebu tepla pro vytápění, případně chlazení pokud se objekt v letních měsících bude chladit.

Existují různé obnovitelné zdroje elektrické energie. Patří mezi ně slunce, vítr, voda, biomasa a geotermální energie. Vodní tok ani termální prameny se v místě předmětu této práce nenachází, vítr nedosahuje větších rychlostí a navíc by svým hlukem rušil obyvatele okolních budov. V tomto případě se nabízí především energie solární. Pro další způsoby je již nutno zajistit přísun palivového materiálu pro pohon elektrocentrály nebo kogenerační jednotky. Tím může být nafta, benzin, LPG nebo zemní plyn dle typu elektrocentrály či kogenerace, avšak nejedná se již o obnovitelné zdroje (s výjimkou bioplynu). [27, 28, 29]

Teplu je potřeba k ohřevu teplé vody a k vytápění objektu během topného období. Zdrojů tepla je mnoho. Ať už to je teplovod, různé kotle (plynové, elektrické, na tuhá paliva, či na více druhů paliv), tepelná čerpadla nebo solární panely (fotovoltaické nebo fototermické). V potřebě tepla na vytápění se příznivě projevuje tepelná akumulace. Ta probíhá jednak přirozeně do stěn, stropů (hlavně do konstrukcí s velkou hmotností) a do vybavení místností nebo se záměrně budují akumulární vodní nádrže. Voda je pro tento účel nejvýhodnější vzhledem ke své ceně a měrné tepelné kapacitě. [13, 22, 23]

3.1.1 Solární soustavy

3.1.1.1 Fotovoltaické panely

Přímé přeměny slunečního záření na elektrickou energii lze dosáhnout fotovoltaickými panely, které se skládají z jednotlivých solárních článků. Při výrobě elektrického proudu ze slunečního záření nevzniká žádné znečištění prostředí ať už hlukem nebo emitováním CO₂. Je to nejčistší výroba elektřiny za předpokladu, že budou v provozu minimálně pět let, aby vyrovnaly ztrátu energie vynaložené na jejich výrobu. Nevýhodou panelů je, že články podléhají stárnutí a tím se jejich účinnost snižuje.

Panely se dělí dle užitých článků na krystalické a tenkovrstvé. Krystalické jsou složeny z jednotlivých článků, které jsou buďto monokrystalické nebo polykrystalické. Tenkovrstvé jsou vytvořeny nanesením slabé vrstvy amorfního křemíku na podklad. Další možností výběru fotovoltaického panelu jsou tzv. bifaciální, tj. oboustranné fotovoltaické panely, které mohou využívat i záření odražené od terénu či okolních ploch. Přebytky z fotovoltaiky se mohou výhodně využívat při přípravě teplé vody. [15, 16, 17, 18]

3.1.1.2 Fototermické panely

Ze slunečního záření lze výhodně získávat též teplo. Jedná se o využití pasivní nebo aktivní. Pasivním je myšlen příjem tepla především okny ale i dalšími konstrukcemi. Aktivním systémem jsou fototermické panely, které vyrábějí tepelnou energii, která se ukládá do akumulárních nádrží. Solární tepelnou soustavu je tak možné využít pro přípravu teplé vody, vytápění, chlazení a větrání. U větrání nejčastěji jde o přehřev větracího vzduchu před vstupem do vzduchotechnické jednotky, ovšem využitelnost v letním období je minimální. Pro vytápění lze solární termickou soustavu propojit s otopnou. Toto je zvláště výhodné v jarních a podzimních měsících, kdy stačí nižší provozní teplota otopné vody.

Většina fototermických panelů využívá k přenosu tepla nemrznoucí kapalinu, jen minimum vzduch. Termické kolektory se dále dělí na ploché a trubkové. Ploché se skládají z absorpční plochy, která bývá kovová a je připevněna k trubkám s teplotonosnou kapalinou. Tyto jsou zasklené a jejich absorpční plocha je buďto

neselektivní (málo časté, využití především v létě) nebo selektivní, které se používají nejčastěji a využívají se celoročně. Další možností je plochý vakuový kolektor, který lze též využívat celoročně. Nejprimitivnějším plochým kolektorem je nekrytý kolektor. U něj jsou velké tepelné ztráty a využívá se především v letním období pro ohřev bazénů. Trubkové vakuové kolektory mají díky vakuu uvnitř velmi nízké tepelné ztráty. Existují dva typy trubkových kolektorů, a to jednostěnné a dvojtěnné. U jednostěnných, jak už z názvu vyplývá, jsou absorber i trubka s teplotonosnou látkou uzavřeny v jedné trubce. U dvojtěnných plní vnitřní trubka funkci absorberu a vnější trubka je krytem.

V letním období se nespotřebuje všechno vyrobené teplo. Spotřeba teplé vody je po celý rok téměř stejná, odpadá však potřeba vytápět. Tepelné přebytky se tedy mohou využít k výrobě chladu, a to absorpcí, adsorpcí nebo desikací. U absorpce a adsorpcie se jedná o využití tepla k vypuzení chladiva ze sorbentu. Desikační systémy disponují entalpickým výměníkem a teplo se používá k jeho regeneraci. [13, 21, 22, 39]

3.1.1.3 Solární soustavy - umístění

Panely se umísťují na střechy, fasády či na volné prostranství. Nosná konstrukce je buďto pevná nebo pro zvýšení účinnosti se používají polohovatelné systémy tzv. trackery. Tento systém panely natáčí tak, aby sluneční záření dopadalo pod ideálním úhlem. Pro střední Evropu ale nemá tento systém příliš velký význam. Investicí do naváděcího systému nedosáhneme o mnoho větší účinnosti. Při porovnání „cena - výkon“ je výhodnější investovat do pevného systému. [14, 18]

Bytové domy často mívají plochou střechu. Na ní se solární panely či kolektory uchycují především zátěžově nebo kotvením. Při zátěžovém uchycení jsou nosné konstrukce solárního systému přitíženy šterkem či betonovými bloky nebo panely. Existují též betonové stojany, které za prvé udržují panely ve správném sklonu a za druhé využívají vlastní tíhu. V tomto případě je nutno počítat s větším zatížením na nosnou konstrukci střechy, avšak není zde proveden zásah do souvrství střechy. Tím je sníženo riziko poškození hydroizolace, není nutné zpětně utěšňovat prostupy střechou vzniklé kotvením. Při kotvení je konstrukce solární soustavy pevně spojena s nosnou konstrukcí střechy kotvami. Pro toto řešení je však nutno získat povolení statika, respektive počítat s tímto řešením již při návrhu budovy. Projektant by měl svědomitě vyřešit všechny konstrukční detaily a dbát na vysokou kvalitu provádění, aby se omezily tepelné mosty a řádně utěšnil všechny prostupy hydroizolací. Pokud není střešní konstrukce dostatečně únosná (týká se především dodatečné instalace kolektorů), je možné vytvořit nosnou konstrukci, která překlene celou střechu a zatížení přenesou do svislých nosných prvků objektu.

S využitím střechy pro instalaci fotovoltaiky nebo fototermiky vzrůstá i její namáhání pohybem osob, jelikož si solární systém vyžaduje údržbu a kontrolu. Dále při

návrhu je důležité určit plochu, která je k dispozici, neboť na střechách se vyskytuje množství prostupů, jako jsou výtahové šachty, výdechy větracích soustav, komíny apod. Panely musí být umístěny tak, aby si vzájemně nestínily. Z pohledu bezpečnosti je doporučeno instalovat panely minimálně jeden metr od okraje střechy pro snížení zatížení větrem, které je v těchto místech vyšší v důsledku obtékání proudu větru kolem budovy. [22, 25]

Solární panely lze instalovat též na šikmé střechy. U takovýchto střech se profily nesoucí panely uchycují na háky, které jsou kotvené do krovu střechy. Snahou výrobců je ale i integrace solárních panelů přímo do samotné krytiny. Některé firmy vyrábí panely, které jednak produkují energii a zároveň slouží jako krytina. Na trhu se začínají objevovat též solární tašky. Základní barvou je černá, ale jsou na výběr i další barvy. Vzhled střechy se tak příliš neliší od domů v okolí. [22, 54, 55]

Dalším místem pro umístění panelů jsou fasády. Mohou být buďto připevněné na fasádu nebo do ní přímo integrované. Na fasádu se panely připevňují pomocí podkladních profilů a svorek. Mezi panely a fasádou se nachází vzduchová mezera, díky které nedochází ke hromadění tepla za panely. Oproti tomu integrované panely tvoří samotný plášť fasády. Vyrábí je například společnost Ruukki. [56] Tyto panely pak vytvářejí skleněnou fasádu objektu a zároveň vyrábí elektřinu. Solární panely lze též instalovat jako funkční prvky na fasádách a to třeba jako markýzy nebo výplň zábradlí u lodžii. [22]

3.1.1.4 Akumulace

Problémem u fotovoltaiky je nesoučasnost výroby a potřeby elektrické energie. Proto je potřeba systém doplnit o zařízení pro uchování energie. Akumulace elektřiny může být mechanická (setrvačnická, vodní přečerpávací elektrárna, stlačený vzduch), elektrochemická (baterie - Pb, Li-ion, NaS, Zn-Br, vzduch - kov anebo palivové články), tepelná (solná tavenina) a elektromagnetická (supravodivá cívka).

Setrvačnická se hodí především pro krátkodobou akumulaci či jako zálohovací zdroj. Baterie jsou tvořeny elektrodami a elektrolytem. Jednotlivé typy se tedy liší chemickými prvky, které právě tyto části baterie tvoří. Liší se tím pádem jejich účinností, vliv na životní prostředí, cena, životnost,... (více v kapitole 3.2)

Palivové vodíkové články mohou s fotovoltaikou vytvořit hybridní systém. Zde proud z panelu jde do elektrolyzátoru, kde se elektrolyzou vyrobí plynný vodík, který se nadále skladuje buď jako plynný či kapalný. Při nedostatku elektřiny ze solárních panelů pak jde vodík do palivového článku, který vyrobí elektřinu a teplo. Jako další palivo může pro palivový článek fungovat také bioplyn. [17, 18, 19, 23, 33]

Teplu z fototerminického systému lze nejlépe akumulovat do vodních akumulčních nádrží a do zásobníků teplé vody. Zásobníky mohou být teplotně vrstvené nebo standardní. Ve standardním zásobníku dochází k promíchání vody, tím pádem je teplota ve všech částech zásobníku přibližně stejná. U teplotně vrstvených (stratifikovaných) zásobníků je teplo ukládáno do vrstev o stejné teplotě - hustotě. Ukládání probíhá přes trubku, která přivádí teplou vodu z výměníku. Trubka má v různých úrovních zásobníku odbočky se zpětnými klapkami. Teplá voda tak do zásobníku vtéká dle své teploty - hustoty do vrstvy o stejné teplotě - hustotě. Teplo může být rovněž ukládáno do vrstev řízeně pomocí ventilů ovládaných rozdílem teplot mezi vrstvou zásobníku a vodou v přívodní trubce. Tím je způsobeno to, že se zásobník ohřívá od shora dolů. Je to výhodné především, pokud potřebujeme vodu o určité teplotě. Není třeba čekat na nahřátí celého objemu, ale odebíráme teplo z vrchních vrstev. [22]

3.1.1.5 Hybridní fotovoltaická elektrárna

Jedná se o využívání fotovoltaických panelů k výrobě elektrické energie, která se však neodevzdává do sítě, nýbrž se spotřebuje v daném objektu. Při nesoučasnosti výroby a spotřeby se ukládá do baterií. Zároveň výroba však nepokrývá celou potřebu, a tak je objekt napojen i na vnější dodavatelskou síť, ze které si bere energii při nedostatku vlastní. Do budoucna lze též uvažovat o nabíjení baterií při nižším tarifu elektřiny a jejich vybíjení při vyšším tarifu. [51]

3.1.2 Kogenerace

Při kogeneraci se vyrábí teplo a elektřina v poměru cca 2:1. [13] Proto při návrhu kogenerační jednotky se musí počítat s využitím produkovaného tepla. Obvykle se tedy navrhuje jako zdroj tepla s doplňkovou výrobou elektřiny. V ostrovních provozech musí být jednotka doplněna akumulátorem elektrické energie pro dobu, kdy je odběr elektřiny malý nebo naopak, když je kogenerační jednotka mimo provoz. V zásadě se nedoporučuje z ekonomického hlediska kombinovat fotovoltaiku a kogeneraci. Na první pohled se sice zdá výhodné v létě využívat solární panely, které jsou účinnější pro výrobu elektrického proudu, a zároveň není potřeba tepla na vytápění. A v zimě při nedostatku slunečního záření vyrábět teplo a elektřinu kogenerační jednotkou. Ovšem tento způsob provozu není ekonomicky výhodný. Vzhledem k pořizovací ceně je totiž záhodno, aby daný zdroj vyrobil energii co nejvíce. Avšak je-li cílem především určitá energetická soběstačnost, může být právě tato kombinace vhodným řešením.

Palivem může být plyn (zemní, propan-butan, bioplyn, dřevoplyn), řepkový (i jiný) olej, líh nebo benzin či nafta. Ve snaze dosáhnout co nejvyšší soběstačnosti je možno zřídit domácí bioplynovou stanici. V ní lze ekologicky likvidovat kuchyňský odpad a za krizové situace i splašky z WC (záleží na jejím typu). Ovšem domácí bioplynové stanice jsou teprve na začátku. V Česku se zatím využívají především zemědělské bioplynové stanice, kde se zpracovává odpad z farem nebo energetické plodiny. Existují dále

průmyslové bioplynové stanice, kde vyhnívají organické odpady z průmyslu. Třetím typem jsou právě stanice zpracovávající komunální odpad, které jsou obvykle velkých rozměrů. Zde se pak zpracovává bioodpad z širšího okolí – domácnosti, restaurace, spadané listí... Problémem je ale přítomnost zápachu, který vzniká při anaerobním rozkladu organického materiálu. Řešením je odvětrání skladovacích prostor. Další možnostmi jsou malé domovní bioplynové stanice. Mohou mít podobu septiku nebo kompostéru. Na septikovou stanici je technicky možné napojit i domovní odpady. V kombinaci s kořenovou čističkou je to ideální řešení pro objekty umístěné na místech izolovaných od inženýrských sítí. Jedná se však spíše o bioplynovou stanici pro rodinné domy. Tak je tomu i v případě kompaktní malé bioplynové stanice. Do této stanice se zbytky jídla a další organické odpady ručně odnášejí jako do kompostéru. Dle výrobce HomeBiogas je optimální denní přísun šest litrů odpadu, celkově je pak stanice schopná dodávat cca 600 litrů bioplynu za den což vystačí na tři hodiny vaření. [32] Dalším přínosným produktem stanice je kvalitní hnojivo. Nevýhodou bioplynových stanic je potřeba teploty minimálně 17 °C, aby fungovaly optimálně. Pro užití v České republice by tedy bylo nutné zajistit vyhřívání. [13, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32]

3.1.3 Elektrocentrály

Jedná se o generátory vyrábějící elektřinu spalováním nafty, benzínu nebo plynu a mohou být jednofázové nebo třífázové. Dále je lze dělit na stacionární, rámové a přenosné, které se hodí především k občasnému použití nebo jako záloha. Rámové mívají větší výkon oproti přenosným a používají se často na stavbách, kde ještě nejsou inženýrské sítě. Stacionární jsou schopné dlouhodobého provozu a používají se jako záložní zdroje budov.

Benzinové elektrocentrály jsou obvykle rámové a mívají menší výkon než naftové. Některé mají však možnost kombinace spalování benzínu a plynu, čímž dosahují velké univerzálnosti. Dieselařegáty, které mají vysoký výkon, se obvykle kapotují pro snížení hluku. Na trhu jsou i opláštěné benzinové generátory, tzv. tiché. [34, 35, 36, 37, 38]

3.1.4 Teplovod

Jednou z možností získání tepla je teplovod. Tento způsob je z ekologického hlediska vhodnější než kotle, které budou do okolí vypouštět spaliny. Teplovod vede odpadní teplo z elektrárny, která sice také bude emitovat spaliny, ovšem jejím hlavním účelem je výroba elektrické energie a proto s největší pravděpodobností bude spalovat v každém případě. Ať je její odpadní teplo využito či nikoli. Místo, uvažované pro tuto práci, je zásobené odpadním teplem z elektrárny v Mělníku. Dle zprávy skupiny ČEZ, zveřejněné 30. 10. 2014, je výroba tepla zajištěna tak, že by jeho odběratelé neměli zažít tepelný blackout. [20] Zároveň má elektrárna rezervu ve výrobě tepla, tudíž by napojení dalšího objektu bylo technicky a kapacitně možné. Ovšem pokud se budeme snažit o nezávislost na okolních zdrojích, lze využít solárních panelů nebo tepelných čerpadel.

3.1.5 Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo voda/voda je poměrně hodně nákladné. V této lokalitě se nenachází povrchová voda, bylo by tedy nutno vyvrtat hluboké studny (pokud by to vůbec bylo možné). Pro typ země/voda je též nutno počítat s velkými finančními náklady na zemní práce. Ovšem tento typ by se dal výhodně použít v zimě pro přehřev větracího vzduchu a v létě pro chlazení. Další typ tepelného čerpadla je vzduch/voda, kde nejsou náklady na zemní práce. Je však třeba ověřit, že ventilátory nepřesáhnou maximální hranici hluku. Existují ještě další modifikace a to třeba typ odpadní vzduch - voda nebo odpadní voda - voda.

Tepelná čerpadla se skládají ze čtyř základních částí. Výparník se nachází u zdroje tepla a dochází v něm k vypaření chladiva. Chladivo je látka, která navzdory svému názvu přenáší teplo. Plynné chladivo je následně stlačeno kompresorem. Zde za dodání další energie, obvykle elektrické, dojde ke stlačení chladiva a tím ke zvýšení jeho tlaku a teploty. Následuje kondenzátor, ve kterém chladivo předá teplo a zkondenzuje. Poslední částí je expanzní ventil, který sníží tlak chladiva, které je znova připravené pro vstup do výparníku. [21, 48]

3.2 Záložní zdroje

Některé objekty či přístroje, jejichž provoz je nezbytný, potřebují ke správnému provozu nepřerušovanou dodávku elektrického proudu. Buďto se vytipují nezbytně nutné spotřebiče, pro které se zajistí lokální zdroj nepřerušitelného napájení (UPS) nebo se spotřebiče rozdělí dle důležitosti, kde je každé skupině napájení zajištěno jiným způsobem. V případě objektů kritické infrastruktury (zdravotnictví, bankovníctví, doprava, státní správa...) je potřebná dlouhodobá garance dodávky elektřiny. Tu poskytne energocentrum, které je tvořené krátkodobým a dlouhodobým záložním zdrojem. Dlouhodobým záložním zdrojem bývá nejčastěji dieselgenerátor. Ten ale dokáže dodávat elektrický proud až několik sekund po svém startu, proto bývá doplněn o krátkodobý záložní zdroj, jímž jsou obvykle baterie. Dříve se olověné akumulátory používaly i jako dlouhodobý zdroj a v některých provozech jsou stále součástí výbavy. [12]

3.2.1 Baterie

Nevýhodou baterií je jejich omezená životnost, kterou nelze dopředu odhadnout. Životnost není dána jen časově, ale závisí především na počtu cyklů s ohledem na hloubku vybití. Další rozdíly jsou patrné i mezi jednotlivými typy baterií. Zatímco olověné trakční baterie průměrně zvládnou okolo 1200 cyklů při 50% vybití, články LiFePO₄ mohou dosáhnout až 5000 cyklů při 80% vybití. Baterie Li-Ion zvládají největší hloubku vybití, a to až 90 %, při zachování vysokého počtu cyklů (4000 cyklů). [12, 23]

3.2.2 Bezbateriové energocentrum

V případě absence baterií, lze jako záložní zdroj energie použít setrvačnick. Za normální situace je setrvačnick napájen a při výpadku začne sám generovat elektřinu. Napájí pak spotřebiče, dokud zátěž nepřevzme dieselgenerátor. V tu chvíli se i sám setrvačnick opět začne nabíjet. Objevují se však další bezbateriové systémy, využívající například palivové články. (Viz 3.1.1.4 Akumulace) [12]

3.3 Konstrukce

Aby však budova byla skutečně energeticky soběstačnou (alespoň po nějakou dobu), je potřeba nejen navrhnout výrobu a skladování energie, ale též se důkladně věnovat jednotlivým konstrukcím tvořícím budovu samotnou. Tepelně-technické vlastnosti a kvalita provedení obálky výrazně ovlivňují potřebu tepla na vytápění. To je výhodné i při běžném provozu. Z pohledu finanční náročnosti dochází k výrazné úspoře oproti starším budovám, zároveň se šetří energetické zdroje. A nakonec, je to nezbytnou podmínkou, chceme-li objekt provozovat i za krizové situace, kdy je potřeba všemi zdroji výrazně šetřit. Pokud objekt dosáhne svými parametry pasivního standardu, lze tepelného komfortu dosáhnout velmi malou dodávkou tepelné energie. Mnohdy není třeba navrhovat běžné otopné soustavy. Pasivní domy jsou takové, jejichž energetická potřeba na vytápění je menší než 15 kWh/m²a. [24] K dosažení této hodnoty pomůže návrh skladeb jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2 [40] tak, aby byly splněny doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní domy.

Rovněž orientace domu je důležitá, snahou by mělo být co největší pasivní využití solární energie, ale zároveň v letním období chránit interiéry proti přehřívání. Protože se budovy staví co nejvíce vzduchotěsné (aby nikde neunikalo teplo či chlad), je přirozená infiltrace nulová. Tím pádem je nezbytné navrhnout nucené větrání, které se pro úsporu energie vybavuje rekuperací. Pro zajištění neprůvzdušnosti se používají též kvalitní okna, která v případě pasivního domu musí mít součinitel prostupu tepla menší nebo roven 0,8 W/(m²K). [41]

Oproti běžným bytovým domům je z hlediska statického třeba počítat s dalším zatížením na nosnou konstrukci, jako je například tíha solárních panelů na střeše. Střešní plášť musí plnit požadavky na vyšší namáhání. Dále je nutné vyčlenit dostatečně velké prostory na početnější či rozsáhlejší technické zařízení budovy.

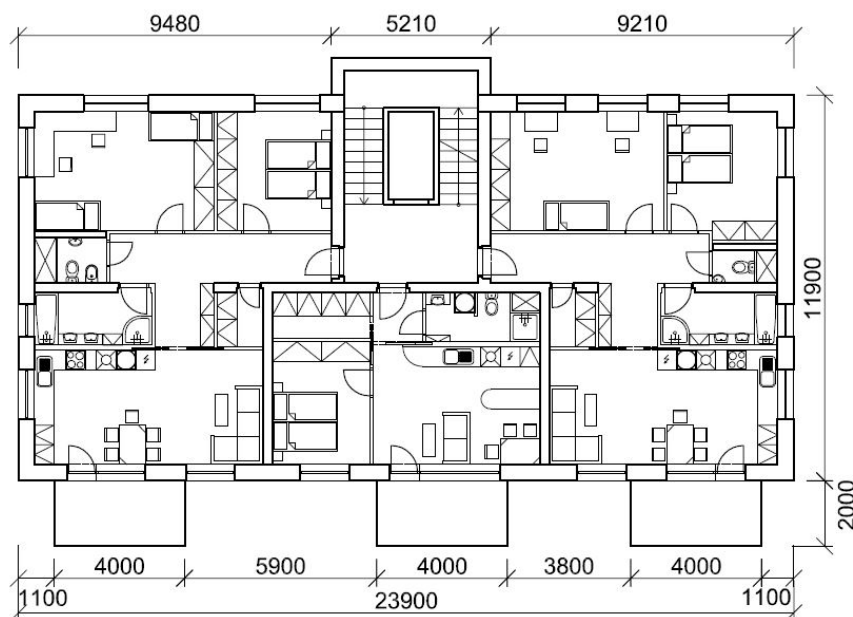
4 Řešený objekt

Řešený objekt v této práci je novostavba bytového domu na Jižním Městě v Praze. Pozemek se nachází u centrálního parku mezi stanicemi metra Opatov a Háje. Dříve zde stávala provizorní budova pošty, která již byla před několika lety odstraněna. Nyní se tu nachází nepřilíživá asfaltová plocha porostlá trsy trávy se zbytky oplocení.

4.1 Architektonické řešení a dispozice

Zdejší zástavbu tvoří panelové bytové domy ze sedmdesátých let minulého století. Jako inspirace posloužila studentská práce z fakulty architektury VUT v Brně. [42] Jedná se o objekt s nepřilíživou fasádou a s plochou střechou pro zachování celistvosti vzhledu sídla. Parkovací místa jsou na nově zbudovaném parkovišti v blízkosti domu.

Budova má tvar kvádrů a skládá se ze čtyř nadzemních podlaží a jednoho podzemního. V suterénu jsou umístěny sklepní kóje, technická, společenská a úklidová místnost a kočárkárna s kolárnou. Na každém patře se nacházejí tři bytové jednotky, a to vždy dvakrát 3+kk a jedenkrát 2+kk. První nadzemní podlaží je od terénu převýšeno o 1,28 m, to znamená, že rozdíl lze překonat rampou dlouhou 15,36 m při sklonu 8,33 % (1:12). Schodiště v budově je dvojramenné s celkem 20 stupni. Do schodišťového zrcadla je vestavěna výtahová železobetonová šachta.



Obrázek 7: Návrh dispozice, typické podlaží

V každé bytové jednotce se nachází šatna s přístupem z předsíně a u nejvíce osluněné fasády je navržen obývací pokoj s kuchyní, jídelnou a ložicí. Ve větších bytech je z chodby přístupná koupelna a samostatná toaleta s umyvadlem, dále jsou z chodby vstupy do jednotlivých pokojů. Menší byty jsou celé směřovány pouze na jih a sestávají se z předsíně s šatnou, obývacího pokoje s kuchyní, ložnice a koupelny s toaletou.

4.2 Statické řešení

Konstrukční systém budovy je stěnový s konstrukční výškou 3 m. V návrhu jsou použity podklady poskytované firmou Heluz. [43] Pro stěny jsou navrženy cihly Heluz 38 2in1, které jsou určeny pro stavbu pasivních domů v případě dodatečného kontaktního zateplení. Stropní konstrukce jsou jednosměrně pnuté, sestavené z nosníků Heluz a cihelných vložek Miako. Prostupy jsou tvořené vynecháním několika stropních vložek. Celková výška stropní konstrukce včetně nadbetonávky je 250 mm. Suterénní stěny jsou železobetonové o tloušťce 200 mm. Základy tvoří základové pasy z prostého betonu.

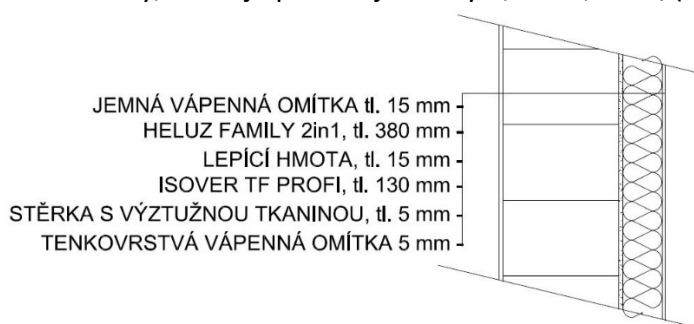
Okenní otvory o světlosti 1,5 a 1 m jsou překlenuty žaluziovými překlady. Otvory se světlostí 2 m se nacházejí pouze na severní straně, proto jsou zde navrženy prosté nosné překlady. Do větších stavebních otvorů jsou navrženy železobetonové monolitické překlady. Předběžný statický výpočet je v příloze A.

Lodžie jsou hliníkové samonosné s betonovými podestami. Jedná se o systém Modula 400 od firmy Pekstra. [44] Podpěry procházejí přímo podestami, které leží na podpěrných deskách na tlumících kroužcích. Toto uložení dovolí malé vertikální pohyby, aby nedošlo k poškození vlivem rozdílného sedání. Konstrukce je založena na základovém pasu na straně přilehlé k objektu a na vlastní betonové patce na straně druhé. Konstrukce je kotvená nerezovými kotvami do železobetonových překladů. Kotevní deska je vybavena nastavitelnou přírubou, pro možnost kotvení přes různé tloušťky tepelných izolací.

4.3 Konstrukční a materiálové řešení

4.3.1 Stěny

Nadzemní stěny jsou zděné z cihel plněných polystyrenem. Celá konstrukce je dodatečně zateplena minerální vatou, kvůli eliminaci tepelných mostů v místech nadpraží. Železobetonové překlady jsou zateplené fasádními deskami z polyuretanu. Ten byl zvolen pro své dobré tepelně izolační vlastnosti. ($\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$). [45] Součinitel prostupu tepla obvodovou konstrukcí je $0,126 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. (Posouzení viz příloha B.) Tato hodnota splňuje doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy, která je pro vnější stěny $0,18 - 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. [40]



Obrázek 8: Skladba nadzemních obvodových stěn

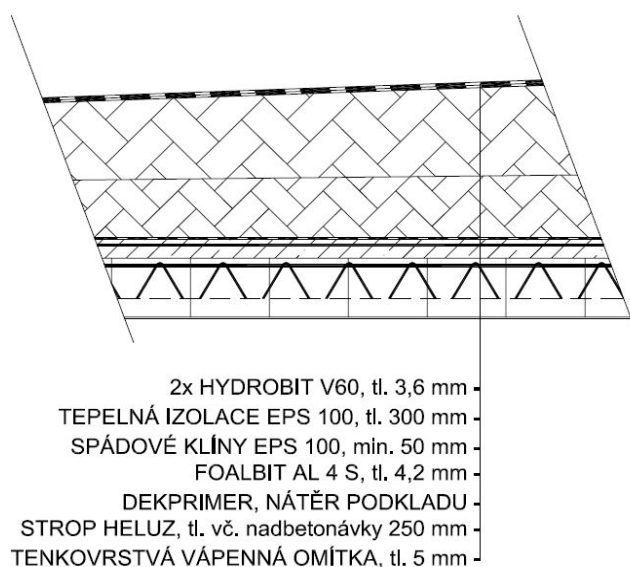
Suterénní stěny jsou železobetonové, zateplené 80 mm extrudovaného polystyrenu, který slouží jako tepelná izolace a zároveň ochrana hydroizolace. Součinitel prostupu tepla suterénní stěnou je $0,37 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Je splněna doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy u suterénní stěny v temperovaném prostoru $0,45 - 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Obrázek 9: Skladba suterénní stěny

4.3.2 Střecha

Střešní konstrukce je z keramických stropních panelů Heluz. Spád je 3 % a je tvořen spádovými klíny z pěnového polystyrenu o minimální tloušťce 50 mm. Střecha je odvodňována celkem třemi dešťovými svody, dva se nacházejí při okrajích budovy a jeden ve středu (viz výkres střechy, příloha B). Jako tepelná izolace zde slouží pěnový polystyren o tloušťce 300 mm. Součinitel prostupu tepla střešní konstrukcí je $0,101 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Což splňuje doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy, kde pro střechu je v rozmezí $0,15 - 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Obrázek 10: Skladba střechy

4.3.3 Stropní konstrukce

Stropní konstrukce je z keramických stropních panelů Heluz. Kročejová izolace je z minerální vaty. Nášlapnou vrstvou je laminát v obytných částech bytů a v jejich předsíních. Na toaletách a v koupelnách je dlažba. V koupelnách jsou pod ní elektrické

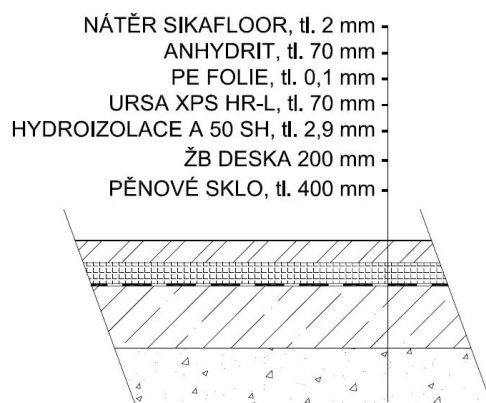
topné rohože. Strop v suterénu je navíc dodatečně zateplen 100 mm pěnového polystyrenu. Součinitel prostupu tepla podlahy v prvním nadzemním podlaží je $0,232 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Tím je splněna doporučená hodnota pro podlahu nad suterémem $0,3$ až $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Obrázek 11: Skladba podlahy bytu

4.3.4 Podlaha v suterénu

V suterénu jsou především technické místnosti a společné prostory, proto je zde navržena podlaha odolná vůči poničení. Finální nátěr je běžně používán v průmyslových stavbách či v garážích nebo obchodech. [46] Součinitel prostupu tepla podlahy suterénu je $0,399 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ při zanedbání pěnového skla a $0,085 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ při výpočtu včetně vrstvy pěnového skla. Tím je splněn požadavek na podlahu temperovaného prostoru na zemině $0,45$ až $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Obrázek 12: Skladba podlahy suterénu

4.3.5 Okna

Okna jsou navržena VEKRA Premium EVO. Výplň je tvořena trojskly a součinitel prostupu tepla je $U_w = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. [49]

Nad východními, západními a jižními okny (mimo balkonové sestavy) jsou žaluziové překlady. Žaluzie při spuštění brání v letních měsících přehřívání, v zimě jsou většinou vytažené kvůli žádaným tepelným ziskům. U balkonových oken stínění zajišťují

lodžie. V nejvyšším patře jsou z důvodu absence zastřešení lodžie nainstalovány rolovací markýzy.

4.4 TZB a prvky pro zajištění určité míry energetické soběstačnosti

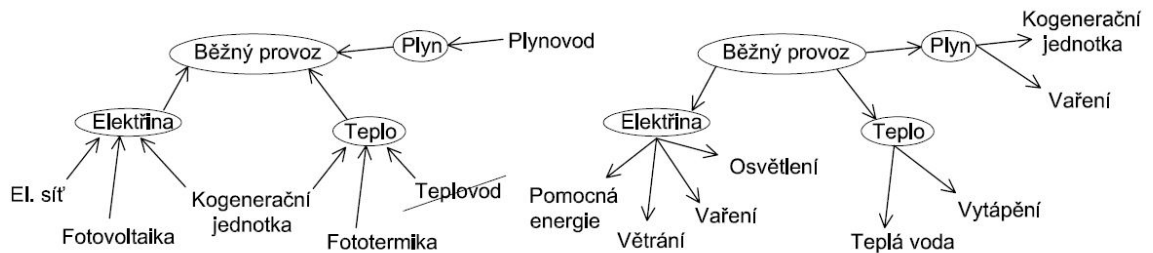
Bytové jednotky se svým vzhledem a vybavením neliší od jiných dnes běžných bytových domů. Jsou provedeny klasické rozvody teplé a studené pitné vody. Odvod splaškových a dešťových vod je též řešen běžným způsobem. Vytápění je zajištěno podlahovými teplovodními konvektory umístěnými pod okny. Na velké bytové jednotky připadají čtyři a na malé dva konvektory, každý o výkonu 121 W. V koupelnách jsou pod dlažbou instalovány elektrické topné rohože, které jsou funkční jen v případě bezproblémové dodávky elektřiny ze sítě a ovládají je sami uživatelé. Zároveň jsou v koupelnách umístěné elektrické sušáky ručníků, taktéž funkční za běžného provozu. K zajištění větrání v bytových jednotkách slouží přírodní prvky umístěné v obytných místnostech. Rozvody vzduchu jsou skryté ve snížených podhledech v komunikačních a koupelňových prostorech bytových jednotek. Odsávání vzduchu se nachází na sociálních zařízeních bytů a v kuchyňských koutech nad dřezu. Nad varnými zónami jsou umístěné recirkulační digestoře. Mírně atypické je řešení varné zóny. Ta se ve větších bytech skládá ze čtyřplotýnkové indukční desky a odděleného plynového dvojhořáku. V menších bytech jsou instalovány kombinované desky se dvěma indukčními zónami a dvěma plynovými hořáky. Tímto je zajištěno, že i za výpadku jednoho ze zdrojů obyvatelé nezůstanou bez možnosti vaření.

Vybavení suterénu tohoto bytového domu se však liší od ostatních podstatně více. Nachází se zde centrální vzduchotechnická jednotka DUPLEX 1100 Flexi, která zajišťuje větrání v celé budově. V další technické místnosti je umístěna kogenerační jednotka spalující zemní plyn a dvě nádrže na teplou vodu. Jedna slouží jako akumulární nádoba napojená na kogenerační jednotku a druhá je zásobníkem teplé užitkové vody. Zásobník teplé vody je nahříván teplem z kogenerační jednotky a z fototerminických panelů. V suterénu je ještě třetí technická místnost, ve které je uloženo dvanáct baterií Li-Ion, které jsou nabíjeny fotovoltaickým systémem a kogenerační jednotkou. Kapacita jedné baterie je 6,7 kWh.

Pro co největší energetickou úspornost je navržen jedinečný výtah GEN2 Switch firmy Otis. [50] Jedná se o hybridní výtah, který využívá napětí 230 V, a tak je možno ho zapojit do běžné zásuvky. Jeho spotřeba činí pouze 0,5 kW. Zároveň je vybaven vlastním akumulátorem, který se dobíjí hned ve dvou případech. Za prvé, jede-li kabina dolů plná a za druhé, jede-li kabina nahoru prázdná. Kabina je totiž spojená s protizávažím, a tak díky gravitační síle motor může fungovat též jako dynamo, které dobíjí baterii. Pokud dojde k výpadku elektřiny, výtah může díky své baterii vykonat až sto dalších jízd bez elektřiny ze sítě. Což při ohleduplnosti obyvatel ke starším a pohybově znevýhodněným osobám může vystačit poměrně na dlouhou dobu.

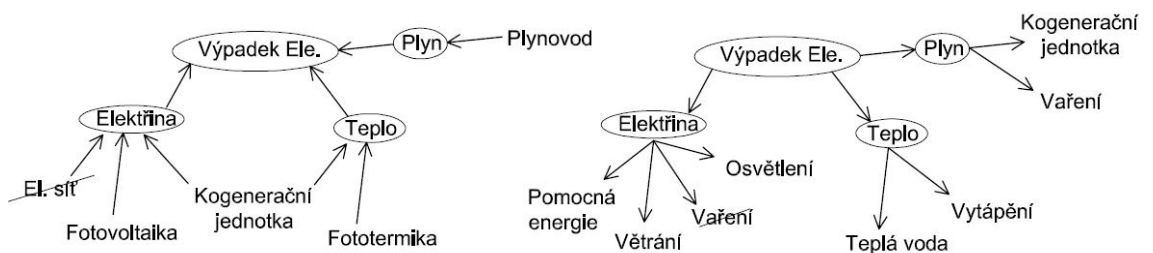
4.4.1 Návrh prvků soběstačnosti

Prvním vodítkem k návrhu zdrojů a prvků zajišťujícím alespoň minimální energetickou soběstačnost posloužila následující schémata.



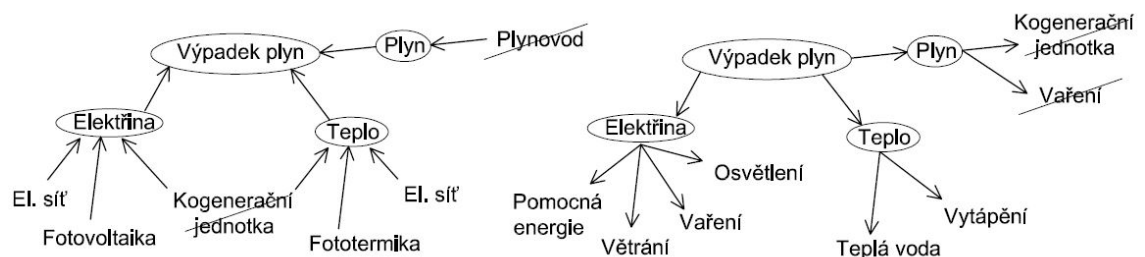
Obrázek 13: Schéma energetických zdrojů a potřeb, běžný provoz

Na prvním schématu jsou uvedeny zdroje energií nacházející se v místě stavby. Pozemek je již od předchozí stavby zasítován elektřinou, plynem a teplovodem. Jelikož se v objektu budou vlastní zdroje energie používat i za běžného provozu, nebude teplovod využíván. A to především z toho důvodu, že po značnou část roku by se jeho energie vůbec nevyužívala, pravděpodobně pouze za krizové situace, avšak obyvatelé by stále platili poplatek za přípojku. I tak v tomto návrhu se nebude moci uvažovat o návratnosti vzhledem k navrženým systémům.



Obrázek 14: Schéma energetických zdrojů a potřeb, výpadek elektrické energie

Na druhém schématu jsou uvedeny zdroje energií dostupné při výpadku elektrického proudu. Je počítáno s omezeným provozem většiny spotřebičů. Kapacita baterií je navržena tak, aby pokryla minimální elektrickou potřebu na dva zimní dny. Podrobnější popis nouzového provozu viz dále.



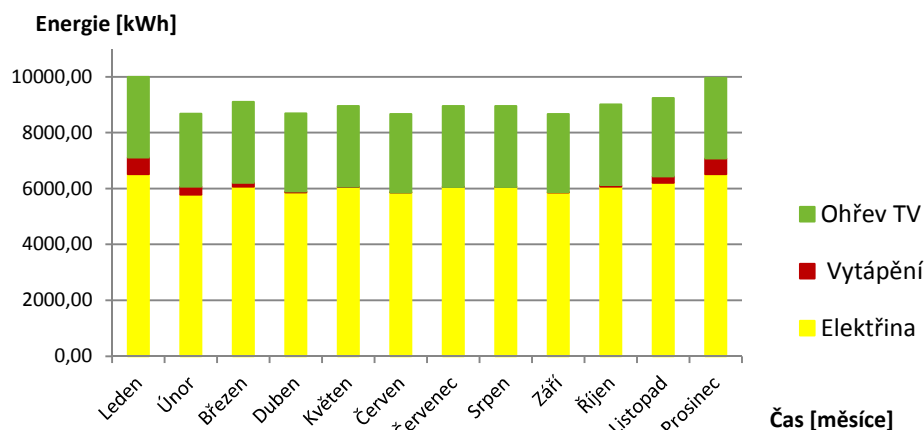
Obrázek 15: Schéma energetických zdrojů a potřeb, výpadek plynovodu

Při přerušení dodávky plynu bude objekt využívat pouze elektrickou energii ze sítě a za slunečného počasí z instalované solární soustavy. V této práci není řešen případ totálního blackoutu, kdy by byl objekt odříznut od všech dodávek energií. Za předpokladu plně nabitých baterií by v omezeném režimu byl v provozu další jeden den, za slunečného počasí s dalšími omezeními pravděpodobně o něco déle.

Pro samotný návrh klíčových energetických prvků byly použity a upraveny podklady, vytvořené společně s kolegy v rámci druhého semestru magisterského studia během specializovaného projektu.

V první fázi byly vytvořeny čtyři modelové dny běžného i nouzového provozu s hodinovým krokem. Zde jsou rozepsány jednotlivé spotřebiče, jejich příkon a doba provozu během dané hodiny. Modelované dny byly čtyři v případě běžného provozu, a to „hezký“ a „ošklivý“ den pro léto a pro zimu. Dalo by se říci, že hezký den znamená slunečný a za ošklivého dne je zataženo. Pro nouzový provoz byly použity pouze letní a zimní den, neboť hodnoty se prakticky vůbec nelišily, ovlivněna je především spotřeba energie na osvětlení a případně vaření (v létě vařeno méně teplých jídel). Na základě těchto údajů bylo určeno potřebné množství elektrické energie za den a jeho rozložení v čase. Celý průběh je však jen orientační, neboť nelze přesně předpokládat chování budoucích uživatelů.

S daty získanými z modelových dnů se nadále počítá v tepelné bilanci objektu, jako s vnitřními tepelnými zisky. Opět byla počítána pro běžný provoz i pro nouzový stav. V objektu je počítáno se čtyřiceti osobami - ve větších bytových jednotkách je uvažována současná typická rodina dva dospělí a dvě děti a v menších bytech jsou počítány vždy dvě osoby. Roční celková potřeba na vytápění vychází pro běžný provoz 6,48 kWh/m²a, pro nouzový provoz (blackout) 37,21 kWh/m²a. Za běžného provozu lze budovu řadit do kategorie pasivních budov, při maximálním omezení elektrických spotřebičů je pak budova se svými parametry zařaditelná mezi nízkoenergetické stavby. (Nízkoenergetické budovy jsou takové, jejichž roční potřeba na vytápění nepřesahuje 50 kWh/m²a. [24])



Obrázek 16: Měsíční potřeba energie - běžný provoz

Dalším výpočtem, kde jsou použity modelové dny, je přibližný návrh fotovoltaiky a fototermiky. Tyto výpočty mají dvouhodinový krok a jsou děleny podle měsíců. Pro Prahu je uvažována solární konstanta $1200 \text{ W/m}^2\text{den}$. Všechny panely mají sklon 30° a jsou nasměrovány na jih. Pro výrobu elektřiny byly zvoleny fotovoltaické panely 295 Wp BENQ mono, s účinností $18,3 \%$. Celková plocha fotovoltaického systému nainstalovaného na střeše (s ohledem na okraje střechy a vzájemnou vzdálenost panelů) je $61,32 \text{ m}^2$, tj. 42 panelů. Roční výkon této fotovoltaické elektrárny je 9494 kWh/a . Pro ohřev teplé vody jsou nainstalovány fototermické panely Sun Wing T4 Cu, s výkonem 2075 W a účinností 83% . Celková plocha nainstalovaného fototermického systému (s ohledem na okraje střechy a vzájemnou vzdálenost panelů) je 50 m^2 , tj. 20 panelů. Roční výkon instalované fototermiky je $24\,953 \text{ kWh/a}$. Teplo je ukládáno do zásobníku teplé vody o celkovém objemu 3 m^3 . Výpočty jsou v příloze C.

4.4.2 Nouzový provoz

V této podkapitole je shrnut provoz objektu při výpadku elektrické energie. Objekt si v tomto stavu vyrábí energii sám, a to fotovoltaikou elektřinu, fototermikou teplo a kogenerační jednotkou obojí. Pro návrh je však podstatný zimní den bez slunce, na který musí být zdroje navržené.

Denní spotřeba energií za mrazivého zataženého zimního dne je 94 kWh/den teplé vody, 35 kWh/den elektřiny a přibližně 90 kWh/den tepla na vytápění. Do potřeby elektrické energie je započítáno osvětlení, chladnička, vzduchotechnika, pomocné energie a mobilní telefony. Všechnu potřebnou energii musí zajistit pro tento případ kogenerační jednotka. Navržená je jednotka TEDOM Micro T7, jejíž příkon je $24,1 \text{ kW}$ plynu, tepelný výkon 16 kW a elektrický výkon $6,5 \text{ kW}$. Pro pokrytí celkové tepelné potřeby postačí 12 hodin provozu kogenerační jednotky. Za 12 hodin vyrobí 192 kWh tepla a 78 kWh elektrického proudu, což dvojnásobně převyšuje minimální potřebu elektrické energie. Pro ukládání elektrické energie slouží paralelně propojené baterie Li-Ion. Pro ukládání tepla je instalována akumulární nádoba s objemem 3 m^3 a zároveň je napojen i zásobník teplé vody se shodným objemem. Toto je však „nejhorší“ stav, s největší pravděpodobností nebude třeba vyrábět tolik tepelné energie. Budova je zděná s těžkými stropy, a tak má určitou tepelnou akumulaci, navíc akumulární nádrž by neměla být prázdná (ve smyslu tepelné energie).

Všechny elektrické okruhy v domě budou centrálně řízeny dle důležitosti a stavu elektrické energie. V době výpadku elektrické energie tedy nebude možno používat veškeré spotřebiče v bytě. Jejich množství bude omezeno na nutné minimum. V případě dlouhotrvajícího blackoutu by byl sestaven krizový plán, se kterým by byli všichni obyvatelé seznámeni, a tak by své činnosti z části přizpůsobili množství dostupné energie. Například pračky by byly v provozu pouze za dostatku energie, nebo by využívaly k praní teplou vodu, které díky kogenerační jednotce bude dost, a tím by šetřily elektrickou energii.

4.4.3 Běžný provoz

Roční spotřeba elektřiny za běžného provozu je 74 836 kWh/a z toho na provoz budovy (VZT, osvětlení, pomocná energie) je použito 9 091 kWh/a. Potřeba na vytápění je 1764 kWh/a, na ohřev teplé vody 34 067 kWh/a, což dohromady je 35 831 kWh/a.

Roční výroba elektřiny fotovoltaickým systémem činí 9 494 kWh/a, v porovnání se spotřebou na provoz budovy lze říci, že provoz budovy je pokryt fotovoltaikou a potřeba energie pro spotřebiče musí být zajištěna z kogenerační jednotky či ze sítě.

Roční výroba fototermického systému je 24 953 kWh/a. Po odečtení od potřeby tepelné energie zbývá vyrobit 10 878 kWh/a tepla. Kogenerační jednotka by však i jen při osmi hodinách provozu denně vyrobila 46 720 kWh za rok, což je více než objekt spotřebuje. Proto se bude provoz kogenerační jednotky regulovat v závislosti na ročním období, resp. množství slunečního záření. Pokud nebude hlavním cílem vyrobit elektrickou energii.

5 Energetická náročnost budovy

V rámci této práce byl počítán průkaz energetické náročnosti budovy. Byl k tomu použit Národní kalkulační nástroj (NKN). Protokol výpočtu, průkaz energetické náročnosti a příloha NKN jsou zařazeny do samostatné přílohy C - TZB část.

Objekt byl uvažován jako dvouzónový - obytné a společné prostory. Nevýhodami tohoto nástroje jsou skutečnosti, že nezohledňuje výrobu elektrické energie včetně její následné spotřeby v objektu a že jako zdroj tepla/elektriny nelze snadno započítat kogenerační jednotku. Výpočet byl tedy dokončen díky ochotě a pomoci pana inženýra Miroslava Urbana, který pomohl tyto problémy z části překonat.

V průkazu je tedy nadále uvažována dodávka elektrické energie do sítě, nikoliv vlastní spotřeba, avšak vyrobené množství přibližně odpovídá množství produkovanému fotovoltaickým systémem společně s kogenerační jednotkou. Z pohledu celkově dodané energie je objekt zařazen do třídy B. Je tomu tak především díky zde uvažovanému zdroji tepla, a to kogenerační jednotce. Z pohledu NKN má tento zdroj velmi malou účinnost (66 %, viz příloha C) oproti standardním zdrojům tepla. Není tu však zohledněna současná výroba elektrické energie. Co se týče neobnovitelné primární energie, tak tento objekt se řadí mezi mimořádně úsporné budovy.

6 Zhodnocení environmentálního dopadu budovy

Na základě znalostí z magisterského studia byl sestaven environmentální profil budovy. Pro jeho sestavení byla použita data z databáze Envimat. [57] Hodnotí se těchto šest environmentálních kritérií:

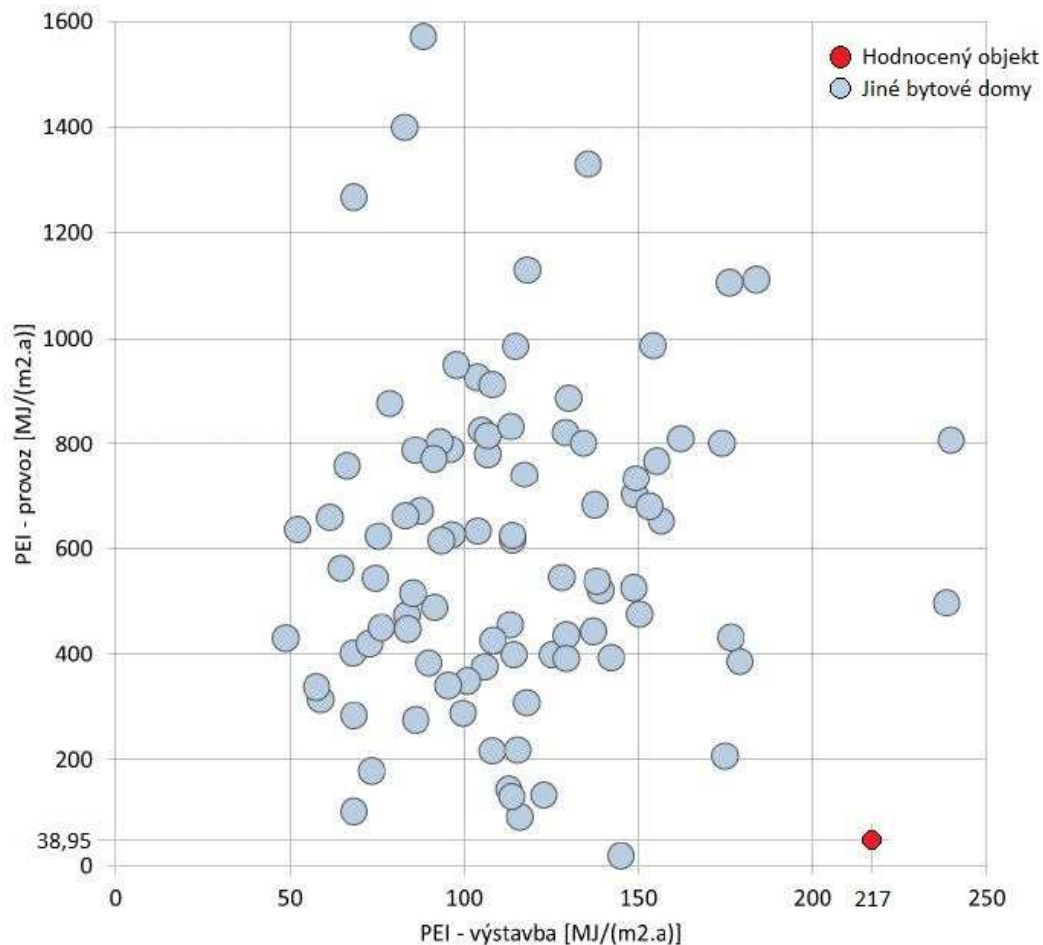
- spotřeba primární energie (PEI) - má za cíl snížit spotřebu primární energie z neobnovitelných zdrojů
- potenciál globálního oteplování (GWP) - má za cíl snížit produkci emisí CO₂
- potenciál okyselování prostředí (AP) - má za cíl snížit produkci emisí SO₂
- potenciál eutrofizace prostředí (EP) - má za cíl snížit obohacování prostředí minerálními živinami, hlavně dusíkem a fosforem
- potenciál ničení ozonové vrstvy (ODP) - má za cíl snížit produkci látek ničících ozonovou vrstvu
- potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP) - má za cíl snížit produkci látek podporujících tvorbu přízemního ozonu [58]

V příloze D, která je součástí této vazby, jsou tabulky obsahující data všech šesti hodnocených kritérií.

Díky panu inženýrovi Martinu Vonkovi, který poskytl pro tuto práci grafy se vzorky bytových domů, bylo možné provést porovnání s dalšími objekty stejného využití. Získané grafy se týkají těchto tří ze šesti kritérií - spotřeby primární energie, potenciálu globálního oteplování a potenciálu okyselování prostředí.

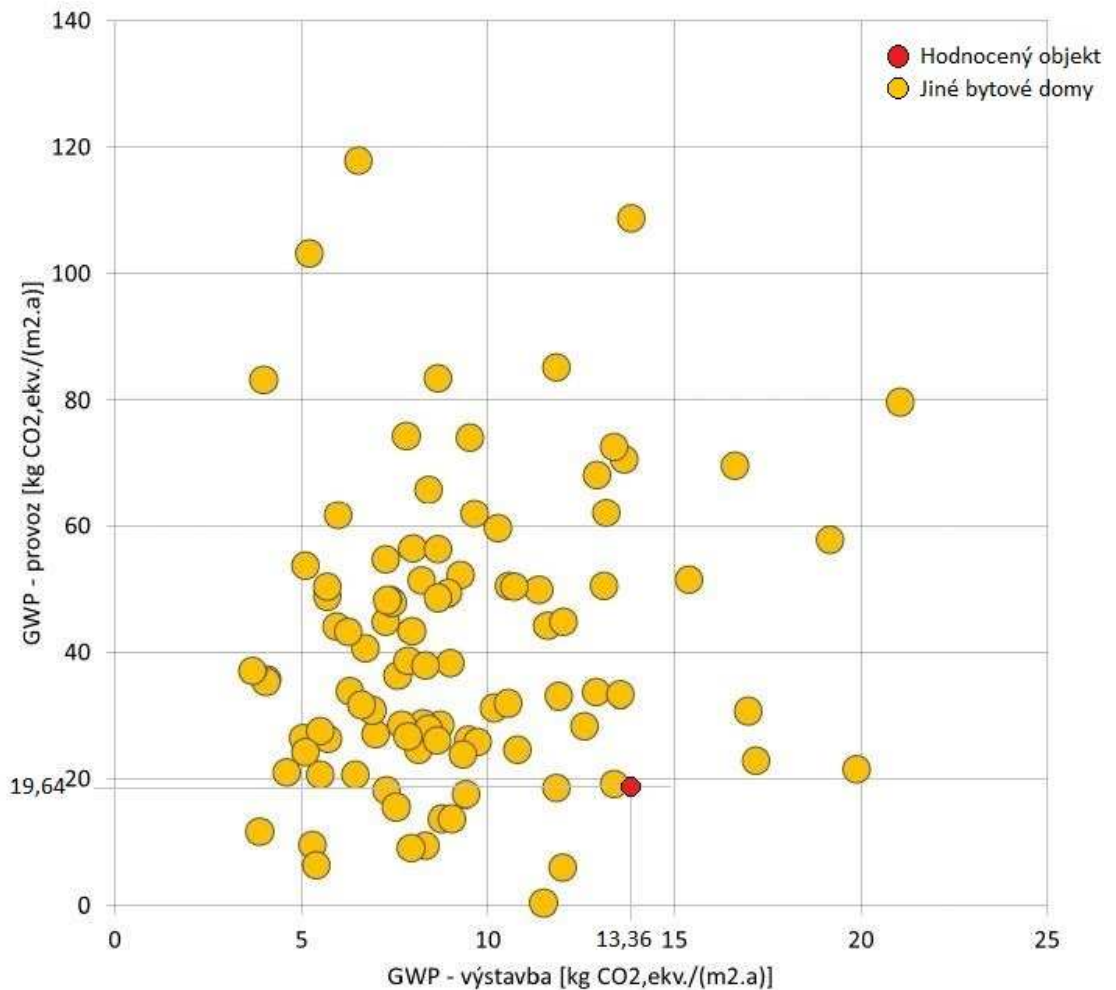
Hodnocení dopadu na životní prostředí bylo provedeno pro fázi výstavby a fázi provozu. Aby byly výsledky porovnatelné s poskytnutými daty, nebyla ve fázi provozu zohledněna uživatelská spotřeba energie (vaření a ostatní domácí spotřebiče). Zahrnuta je energie na vytápění, větrání, osvětlení, přípravu teplé vody a pomocné energie. Pro fázi výstavby byl sestaven výkaz výměr, ze kterého byla dále použita hmotnost materiálů.

V následujících obrázcích je červeně vyznačen zde hodnocený objekt. Modré resp. žluté resp. zelené body představují jiné bytové domy.



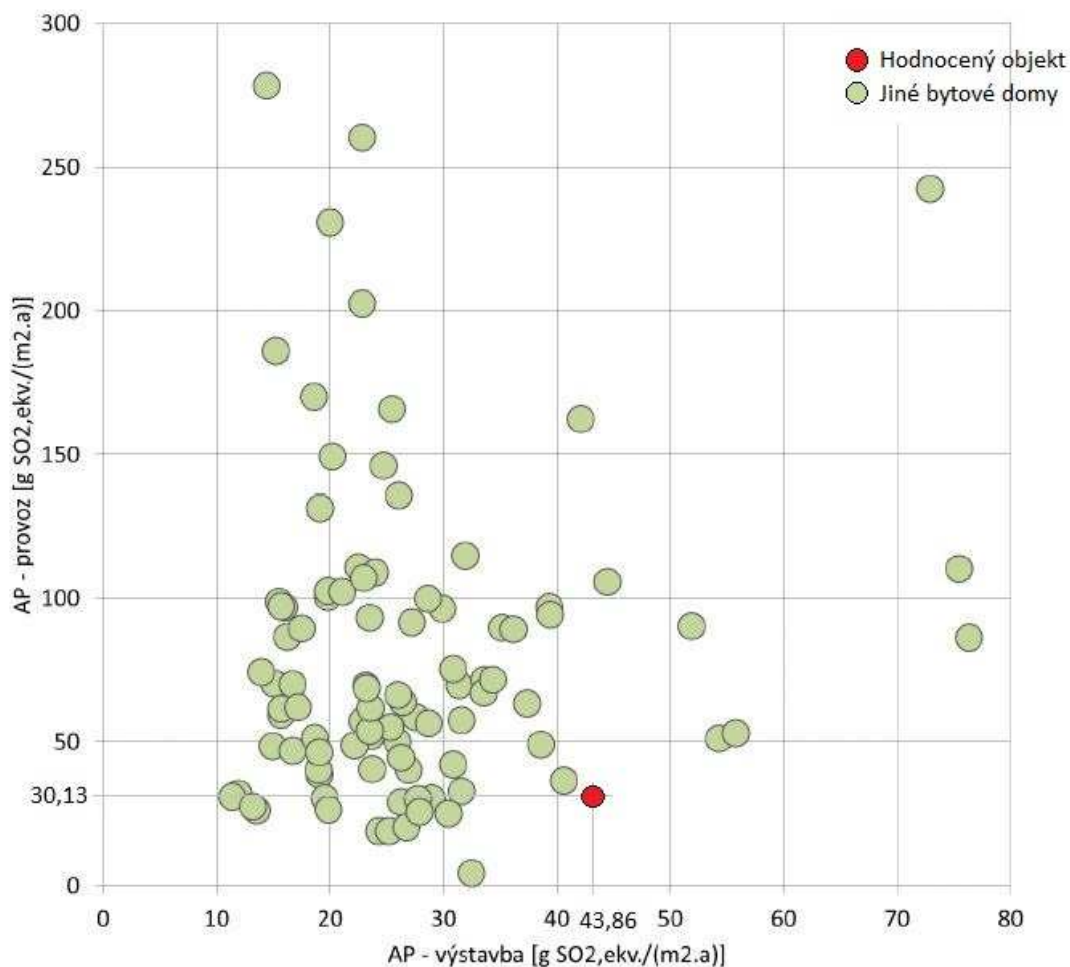
Obrázek 17: Primární svázaná energie, porovnání hodnocené budovy s jinými bytovými domy, graf se vzorkem budov (jiné bytové domy) poskytl Ing. M. Vonka

Z prvního grafu (obrázek 17) je patrné, že objekt spotřebovává minimální množství svázané primární energie pro svůj provoz, avšak samotná konstrukce obsahuje velké množství svázané primární energie. Je to způsobeno především zvoleným nosným systémem budovy. Tvoří ho stěny zděné z pálených cihel a keramické stropní konstrukce. Právě cihelné výrobky obsahují velké množství svázané primární energie. Kdyby byl objekt celý vystaven ze železobetonu, byla by jeho hodnota primární svázané energie ve fázi výstavby nižší.



Obrázek 18: Potenciál globálního oteplování, porovnání hodnocené budovy s jinými bytovými domy, graf se vzorkem budov (jiné bytové domy) poskytl Ing. M. Vonka

Ve druhém grafu (obrázek 18) je znázorněno porovnání s jinými bytovými domy při vyhodnocení potenciálu globálního oteplování. Zde je posuzovaný dům blíže ostatním budovám. Snížení hodnot ve fázi výstavby by opět napomohla změna nosných konstrukcí. Provozní fáze zde také patří spíše k průměru než ke špičce ve stavebnictví. Je to způsobeno především způsobem ohřevu teplé vody. Výhodnější z pohledu životního prostředí by byl ohřev teplé vody pomocí kotle spalujícího dřevo či peletky. V tomto objektu je však z důvodu větší energetické soběstačnosti navržena kogenerační jednotka na zemní plyn. Ta je zde uvažována především jako zdroj elektrické energie. Současná produkce tepla se využívá jako dodatečný ohřev teplé vody, když potřebu teplé vody nestačí pokrýt fototermický systém.



Obrázek 19: Potenciál okyselování prostředí, porovnání hodnocené budovy s jinými bytovými domy, graf se vzorkem budov (jiné bytové domy) poskytl Ing. M. Vonka

Na třetím grafu (obrázek 19) je znázorněno zařazení hodnocené stavby mezi jiné bytové domy z hlediska potenciálu okyselování prostředí. I zde je patrné, že navržený objekt nepatří mezi nejšetrnější vůči životnímu prostředí. V současné době je možné stavět domy na mnohem vyšší úrovni. Tento stav je, jak již bylo zmíněno výše, způsoben především zvolenými materiály nosného systému a způsobem ohřevu přibližně třetiny množství potřeby teplé vody.

7 Závěr

Cílem mé diplomové práce byl návrh bytového domu, který splňuje zásady udržitelné výstavby, který je provozuschopný i za výpadku dodávek energií a aby jeho energetické zdroje byly využitelné i za běžného provozu.

Z pohledu energetické soběstačnosti objekt požadavky splňuje. Samozřejmě bude to provoz omezený, bez veškerého komfortu, ale základní potřeby obyvatel tento objekt bude schopen uspokojovat. Jedná se především o teplo, zásobování pitnou vodou, osvětlení, provoz chladniček a možnost přípravy pokrmů.

Za běžného provozu jsou všechny technologie plně využitelné, s výjimkou kogenerační jednotky, která je omezena kapacitou baterií a akumulčních nádob. Solární systémy budou produkovat energii při dopadajícím slunečním záření na jejich plochu. Baterie se budou využívat v kombinaci s fotovoltaickým systémem, kogenerační jednotkou a případně se dobíjet ze sítě, zvláště pokud by se domluvil výhodný tarif pro nabíjení v době přebytku.

Co se týče udržitelné výstavby, tak zde má objekt ještě rezervy. Zlepšení by nastalo především volbou jiných konstrukčních materiálů. Z pohledu spotřeby energií má negativní vliv na životní prostředí v této budově nejvíce spalování zemního plynu. Toto by bylo teoreticky možné zlepšit jiným zdrojem tepla a doplněním klasické elektrocentrály, která by plnila pouze funkci zálohy elektrické energie.

8 Bibliografie

- [1] BENEŠ, Ivan. *Blackout: resilient power : informační příručka*. Praha: Cityplan, 2008. ISBN 978-80-254-3816-9.
- [2] BUDÍN, Jan. ČEPS pokračuje ve cvičení na blackout.: Vysočinu by zachránily Dalešice a Dukovany. In: *OEnergetice.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-06-14]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrany-cr/ceps-proveril-pripravenost-dukovan-a-dalesic-na-blackout/>
- [3] Ročenka Elektro 2012: *elektrotechnická příručka*. Praha: FCC Public, 2012. - 320 s. ISBN 978-80-86534-19-0.
- [4] Teplárny mohou ochránit před blackoutem. In: TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov [online]. 2012 [cit. 2016-06-14]. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/110904-teplarny-mohou-ochranit-pred-blackoutem>
- [5] FOJT, Pavel. *O domě - ostrovnidum.cz* [online]. Praha: ATELIER MAUD [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <http://ostrovnidum.cz/>
- [6] HORČÍK, Jan. Rozhovor: majitel ostrovního domu, který nemá přípojku na plyn, vodu ani elektřinu. *Zateplení, vytápění, solární elektrárny - Ekologické bydlení* [online]. 2011 [cit. 2016-12-19]. ISSN 1803-0211. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/domy/rozhovor-majitel-ostrovnihodomu-ktery-nema-pripojku-na-plyn-vodu-ani-elektřinu>
- [7] *AIR House: AIR House : Solar Decathlon 2013* [online]. Praha: Fakulta architektury, ČVUT, ©2015 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: <http://www.airhouse.cz/air-house/>
- [8] FLEISCHMAN, Andrea. San Francisco's first Passive House apartment complex produces so much energy it powers its own Microgrid Sol-Lux Alpha Building. In: *Inhabitat: Design For a Better World!* [online]. 2015 [cit. 2016-06-14]. Dostupné z: <http://inhabitat.com/san-franciscos-first-passive-house-apartment-complex-produces-so-much-energy-it-powers-its-own-microgrid/sol-lux-alpha-building-elv/>
- [9] Off-grid milestone apartment project in San Francisco. In: *The Fifth Estate* [online]. 2015 [cit. 2016-06-14]. Dostupné z: <http://www.thefifthestate.com.au/property/residential-2/off-grid-milestone-apartment-project-in-san-francisco/79354>
- [10] Helion Solar a conçu la pièce maîtresse du premier immeuble autonome en énergie du monde. In: *Helion Solar* [online]. 2015 [cit. 2016-06-14]. Dostupné z: <http://helion-solar.ch/fr/helion-solar-a-concu-la-piece-maitresse-du-premier-immeuble-autonome-en-energie-du-monde>
- [11] Premier immeuble autosuffisant en énergie en construction en Suisse. In: *Info - rts.ch* [online]. 2015 [cit. 2016-06-14]. Dostupné z: <http://www.rts.ch/info/regions/autres-cantons/6480187-premier-immeuble-autosuffisant-en-energie-en-construction-en-suisse.html>

- [12] Ročenka Elektro 2009: *elektrotechnická příručka*. Praha: FCC Public, 2012. - 320 s. ISBN 978-80-86534-14-5.
- [13] SRDEČNÝ, Karel. *Energeticky soběstačný dům - realita, či fikce?*. Brno: ERA, 2006. 21. století. ISBN 80-7366-052-0.
- [14] POULEK, Vladislav a Martin LIBRA. Vysoce účinné fotovoltaické systémy s trackery a koncentrátory záření. In: *TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. 2006 [cit. 2016-06-15]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3542-vysoce-ucinne-fotovoltaicke-systemy-s-trackery-a-koncentratory-zareni>
- [15] Fotovoltaika. In: *TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. ©2001-2016 [cit. 2016-06-15]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika>
- [16] Fotovoltaické systémy pro výrobu elektřiny. In: *CNE Czech Nature Energy* [online]. Plzeň, 2016 [cit. 2016-06-15]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/fotovoltaicke-systemy/uvod-do-fv-systemu/>
- [17] BAČA, Petr. Akumulace energie z OZE: vodíkové hospodářství. In: *TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. 2011 [cit. 2016-06-15]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/7134-akumulace-energie-z-oze-vodikove-hospodarstvi>
- [18] HENZE, Andreas a Werner HILLEBRAND. *Elektrický proud ze slunce: fotovoltaika v praxi: technika, přehled trhu, návody ke stavbě*. 1. české vyd. Přeložil Václav LOSÍK. Ostrava: HEL, 2000. ISBN 8086167127.
- [19] DVOŘÁK, Petr, Petr BAČA a David PLÉHA. Akumulace elektřiny. In: *TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. 2011 [cit. 2016-06-15]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/7435-akumulace-elektriny>
- [20] Mělník je po miliardové investici ještě spolehlivějším zdroje tepla pro Prahu. In: *Skupina ČEZ* [online]. 2014 [cit. 2016-06-16]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/multimedia/242.html?videoid=242>
- [21] DUFKA, Jaroslav. *Hospodárné vytápění domů a bytů*. Praha: Grada, 2007. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2019-7.
- [22] MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy pro bytové domy*. Praha: Grada, 2010. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3503-0.
- [23] *Ostrovní off-grid fotovoltaické elektrárny a systémy, FV panely, regulátory MPPT, baterie, měniče* [online]. [cit. 2016-06-17]. Dostupné z: <http://www.ostrovni-elektrarny.cz/index.php?page=uvod>
- [24] TYWONIAK, Jan, HOLOUŠOVÁ, Taťana (ed.). *Ekologické stavění 1: Strategie nízkoenergetického stavění v environmentálních souvislostech*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2002. ISBN 80-01-02623-X.

- [25] Ploché střechy pod solárními systémy. *MADT - STŘECHY A ZATEPLOVÁNÍ* [online]. Orlová, ©2008 [cit. 2016-10-20]. Dostupné z: <http://www.madt.cz/index.php/ploche-strechy-pod-solarnimi-systemy>
- [26] Nízkoenergetický dům: Rodinný dům v Samotiškách u Olomouce. *Unego* [online]. ©2016 [cit. 2016-10-27]. Dostupné z: <http://www.unego.cz/Dum/Nizkoenergeticky-dum.aspx>
- [27] Energie z obnovitelných zdrojů. *Skupina ČEZ* [online]. Praha, c2016 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje.html>
- [28] Elektrocentrála jako záložní zdroj na chalupu. In: *Bydlení pro každého: vše o bydlení stavbě a zahradě* [online]. Petřvald, 2012 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: <http://remesla-sluzby.bydleniprokazdeho.cz/elektro-montaze-a-elektroinstalace/elektrocentrala-jako-zalozni-zdroj-na-chalupu.php>
- [29] HERON: Použité technologie v rámových plynových elektrocentrálách. *HERON* [online]. Zlín: Madal Bal [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: <http://www.heron-motor.cz/cs/technologie/elektrocentraly/ramove-plynove/>
- [30] Bioplynová stanice. In: *Úspory energie, izolace, zdravý životní styl, biopotraviny, ekologie: Nazeleno.cz* [online]. Brno: xBizon, ISSN 1803-4160, ©2015 [cit. 2016-11-08]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bioplynova-stanice.dic>
- [31] DOHNAL, Radomír. Vyrobté si vlastní plyn nebo hnojivo s Home Biogas. In: *Zateplení, vytápění, solární elektrárny - Ekologické bydlení* [online]. Stará Boleslav: Chamanne, ISSN 1803-0211, 2015 [cit. 2016-11-08]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/energie/vyrobte-si-vlastni-plyn-nebo-hnojivo-s-home-biogas>
- [32] *Home Biogas System for backyards -turn Organic Waste into Cooking Gas* [online]. ©2016 [cit. 2016-11-08]. Dostupné z: <https://homebiogas.com/>
- [33] MURTINGER, Karel. Ukládání elektřiny z fotovoltaických a větrných elektráren | *Nazeleno.cz. Úspory energie, izolace, zdravý životní styl, biopotraviny, ekologie | Nazeleno.cz* [online]. Brno, 2011 [cit. 2016-11-09]. ISSN ISSN 1803-4160. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/ukladani-elektriny-z-fotovoltaickyh-a-vetrnych-elektren.aspx>
- [34] Elektrocentrála jako záložní zdroj na chalupu. *Bydlení pro každého - vše o bydlení stavbě a zahradě* [online]. Petřvald, 2012 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://remesla-sluzby.bydleniprokazdeho.cz/elektro-montaze-a-elektroinstalace/elektrocentrala-jako-zalozni-zdroj-na-chalupu.php>
- [35] *Elektrocentrála, dieselagregát, záložní zdroj* [online]. Praha: Ancer UPS [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <https://www.ancer.cz/>
- [36] HERON - Benzínový a plynový generátor. *HERON: Motorové elektrocentrály a čerpadla* [online]. Zlín [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://www.heron-motor.cz/cs/produkty/elektrocentraly/>

- [37] Přenosné elektrocentrály, malé generátory. *Kamna, sekačky, zahradní traktory, frézy* | *Namir.cz* [online]. Praha [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://www.namir.cz/elektrocentraly/prenosne-elektrocentraly/>
- [38] Elektrocentrála EUROPOWER EP 243 TDE + ats. *Emkol: Stavební mechanizace s 14 letou zkušeností* [online]. Litomyšl: EMKOL, ©2006-2016 [cit. 2016-11-09]. Dostupné z: <http://www.emkol.cz/eshop/product/elektrocentrala-europower-ep-243-tde-ats-zakladni-provedeni/>
- [39] MATUŠKA, Tomáš. Typy solárních kolektorů. *TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. ©2001-2015 [cit. 2016-11-09]. ISSN ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [40] ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Praha: ÚNMZ, 2011.
- [41] PREGIZER, Dieter. *Zásady pro stavbu pasivního domu*. 2. Praha: Grada, 2009. Stavitel. ISBN 978-80-247-2431-7.
- [42] DUŠKOVÁ, Barbora. *Obytný soubor na ul. Pastviny v Brně - Komíně*. Brno, 2015. Bakalářská práce. FA VUT. Vedoucí práce František Luboš, Ing.arch. Ph.D.
- [43] Ke stažení | HELUZ: Statika. *HELUZ: cihly, překlady, komíny, stropní panely* [online]. ©2016 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <http://www.heluz.cz/cs/ke-stazeni/statika>
- [44] Hliníkové lodžie s betonovou podestou | PEKSTRA. *Výrobce balkonů a lodžii* [online]. Třeboň: PEKSTRA, ©2016 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <http://www.pekstra.cz/lodzie/hlinikove-lodzie/>
- [45] Fasádní desky - Ceník: e-stavebniny.cz. *E-stavebniny.cz: vše pro Váš dům, byt a zahradu* [online]. Rosice, ©2016 [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <https://www.e-stavebniny.cz/polyuretanove-izolace-pir-a-pur-fasadni-desky-fx0319.php>
- [46] Epoxidové podlahové nátěry. *Sika CZ, s.r.o.* [online]. Brno [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: http://cze.sika.com/cs/produkty_a_reseni/stavebnictvi/02a004/02a004sa99/02a004sa99100/02a004sa99104.html
- [47] Monte-Rosa-Hütte – horská chata s provozem řízeným automaticky podle počasí. In: *Portál pro odborníky ve stavebnictví – projektanty, stavaře z praxe, architektky i řemeslníky* | *iMaterialy* [online]. Praha: Business Media, 2011 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z: http://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/technologie/monte-rosa-hutte-horska-chata-s-provozem-rizenym-automaticky-podle-pocasi_103010.html
- [48] Tepelná čerpadla: TZB-info. *TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. ©2001-2016 [cit. 2016-12-19]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>
- [49] VEKRA Premium EVO. *VEKRA Okna: Výroba plastových oken s 20 lety tradice* [online]. Lázně Toušeň: Window Holding, ©2015 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <https://www.vekra.cz/produkt/vekra-premium-evo/>

- [50] Výťah do zásuvky: eskalatory - Servis - vytahy otis - ceska republika. *Otis: vytahy - otis vytah - eskalatory - servis - servis vytahu - otis - modernizace vytahu* [online]. Praha: Otis Elevator Company, ©2016 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.otis.com/site/cz/pages/Gen2Switch.aspx?menuID=2>
- [51] Hybridní fotovoltaické solární elektrárny. *SVP solar, s.r.o.: Solární panely, tepelná čerpadla, fotovoltaické elektrárny, solární vytápění, solární lampy* [online]. Praha: SVP Solar, ©2010-2016 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.svp-solar.cz/fotovoltaika/hybridni-fotovoltaicke-elektrarny/>
- [52] OSC, a.s. - Produkty a služby - Mimořádné stavy ES - Kompletní popis. *OSC, a.s.: Úvodní stránka* [online]. Brno: OSC [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: http://www.osc.cz/cz/produkty/mse/msefull_cz.asp
- [53] Výroba elektřiny. *Skupina ČEZ* [online]. Plzeň: ČEZ, ©2017 [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/vyroba_3.html
- [54] O Produktu | Solární tašky. *Solární tašky* [online]. Brno, ©2017 [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: <http://www.solarnitasky.cz/o-produktu>
- [55] DOLEŽEL, Michal. Trend: Integrace solárních panelů přímo do stavebních prvků. *Dřevostavby - Portál | Dřevostavby, časopis o bydlení - DřevoStavby* [online]. 2015 [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: <http://www.drevostavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/technicka-zarizeni/3438-trend-integrace-solarnich-zarizeni-primo-do-stavebnich-prvku>
- [56] Ruukki: Fasáda s plně integrovaným solárním panelem. *Solární Novinky cz* [online]. 2013 [cit. 2017-01-04]. Dostupné z: <http://www.solarninovinky.cz/?nove-produkty/technicke-novinky/2012111902/ruukki-fasada-s-plne-integrovanym-solarnim-panelem#.WGz9V30YG4I>
- [57] *Envimat.cz: Katalog fyzikálních a environmentálních profilů stavebních konstrukcí* [online]. Praha: Envimat, ©2010-2017 [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/>
- [58] *Metodika SBToolCZ.: Metodika SBToolCZ. Manuál hodnocení bytových staveb ve fázi návrhu zkrácená studijní verze* [online]. Praha: ČVUT, FSv, 2011 [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/INBB/INB_podklad_SBToolCZ.pdf

9 Použitý software

[1] MS Word 2013 [software]

[2] MS Excel 2013 [software]

[3] Autodesk: AutoCAD 2016 [software]

[4] Svoboda, Zbyněk: TEPLO 2014 [software], program pro hodnocení konstrukcí dle ČSN 730540 a EN ISO 13788, Kladno 2014

10 Přílohy

10.1 A Statická část - v samostatné příloze

- zjednodušená technická zpráva
- předběžný statický výpočet
- výkresy

10.2 B Stavební část - v samostatné příloze

- průvodní zpráva
- souhrnná technická zpráva
- technická zpráva
- výkresy
- tepelná posouzení

10.3 C TZB část - v samostatné příloze

- zjednodušená technická zpráva
- průkaz energetické náročnosti budovy
- energetická bilance budovy
- návrh solárních systémů
- výkresy

10.4 D Zhodnocení environmentálního dopadu budovy

V této příloze následuje:

- výkaz výměr
- environmentální profil jednotlivých materiálů
- environmentální profil budovy - fáze výstavby
- environmentální profil budovy - fáze provozu
- energetická bilance - porovnání svázané a provozní energie

Tabulka 1: Výkaz výměr

| KONSTRUKCE | Tloušťka | Plocha | Objem | Objemová hmotnost | Plošná hmotnost | Hmotnost |
|------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------------|------------------------|-----------------|
| ZÁKLADY | m | m ² | m ³ | kg/m ³ | kg/m ² | kg |
| <i>beton - základy</i> | | | 79,3 | 2385 | | 189130,5 |
| <i>kari síť</i> | | 105 | | | 2,1 | 220,5 |
| SVISLÉ NOSNÉ KCE | m | m ² | m ³ | kg/m ³ | kg/m ² | kg |
| suterénní stěny | | | | | | |
| <i>omítka</i> | 0,01 | 286,68 | 2,8668 | 2000 | | 5733,6 |
| <i>beton</i> | 0,2 | 234,9 | 44,631 | 2380 | | 106221,8 |
| <i>ocel</i> | | | 2,349 | 7850 | | 18439,7 |
| <i>hydroizolace</i> | 0,008 | 163 | 1,304 | 1220 | | 1590,9 |
| <i>lepící hmota</i> | 0,02 | 208 | 4,16 | 1500 | | 6240,0 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,003 | 208 | 0,624 | 0,16 | | 0,1 |
| nadzemní stěny | | | | | | |
| <i>omítka</i> | 0,02 | 1721,6 | 34,432 | 2000 | | 68864,0 |
| <i>Heluz Family 38 2in1</i> | 0,38 | 819,5 | 217,987 | 800 | | 174389,6 |
| <i>cihly Heluz Aku 30/33,2</i> | 0,3 | 299 | 89,700 | 800 | | 71760,0 |
| <i>lepící hmota</i> | 0,02 | 619,4 | 12,388 | 1500 | | 18582,0 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,003 | 619,4 | 1,858 | 0,16 | | 0,3 |
| VODOROVNÉ NOSNÉ KCE | m | m ² | m ³ | kg/m ³ | kg/m ² | kg |
| <i>nadbetonávka</i> | 0,06 | 1008 | 60,480 | 2300 | | 139104,0 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 0,19 | 1008 | 191,520 | 2297,83 | 436,588 | 440080,4 |
| <i>omítka</i> | 0,005 | 1008 | 5,040 | 2000 | | 10080,0 |
| suterén | | | | | | |
| <i>hydroizolace</i> | 0,0016 | 278 | 0,445 | 1220 | | 542,7 |
| <i>ŽB deska - beton</i> | 0,2 | 278 | 52,820 | 2300 | | 121486,0 |
| <i>ŽB deska - ocel</i> | | | 2,780 | 7850 | | 21823,0 |
| STŘECHA | m | m ² | m ³ | kg/m ³ | kg/m ² | kg |
| <i>nadbetonávka</i> | 0,06 | 252 | 15,12 | 2300 | | 34776,0 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 0,19 | 252 | 47,88 | 2297,83 | 436,588 | 110020,1 |
| <i>omítka</i> | 0,005 | 252 | 1,260 | 2000 | | 2520,0 |
| TEPELNÉ IZOLACE | m | m ² | m ³ | kg/m ³ | kg/m ² | kg |
| <i>XPS - suterén</i> | 0,08 | 249,3 | 19,944 | 25 | | 498,6 |
| <i>XPS - suterén - PDL</i> | 0,07 | 278 | 19,460 | 25 | | 486,5 |
| <i>polystyren ve zdivu</i> | | | 93,423 | 30 | | 2802,7 |
| <i>MW - Isover TF Profi</i> | 0,13 | 946,8 | 123,084 | 32 | | 3938,7 |
| <i>MW - kroč.</i> | 0,06 | 1008 | 60,480 | 32 | | 1935,4 |
| <i>EPS - střecha</i> | 0,3 | 252 | 75,600 | 30 | | 2268,0 |
| <i>EPS - spád. vrstva Ø</i> | 0,125 | 252 | 31,500 | 30 | | 945,0 |

Tabulka 1: Výkaz výměr - pokračování

| KONSTRUKCE | Tloušťka | Plocha | Objem | Objemová hmotnost | Plošná hmotnost | Hmotnost |
|---------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|--------------------------|------------------------|-----------------|
| PŘÍČKY | m | m ² | m ³ | kg/m ³ | kg/m ² | kg |
| <i>cihly Heluz 14</i> | 0,14 | 165,36 | 23,1504 | 2100 | | 48615,8 |
| <i>cihly Heluz 8</i> | 0,08 | 444,08 | 35,5264 | 2100 | | 74605,4 |
| <i>omítka</i> | 0,015 | 609,44 | 9,1416 | 2000 | | 18283,2 |
| STŘEŠNÍ PLÁŠŤ | m | m ² | m ³ | kg/m ³ | kg/m ² | kg |
| <i>hydroizolace</i> | 0,008 | 292 | 2,336 | 1220 | | 2849,9 |
| <i>foalbit</i> | 0,0042 | 96,1 | 0,40362 | 1220 | | 492,4 |
| KCE PODLAH | m | m ² | m ³ | kg/m ³ | kg/m ² | kg |
| byty | | | | | | |
| <i>laminátová podlaha (PVC)</i> | 0,01 | 886,4 | 8,864 | 1400 | | 12409,6 |
| <i>tlumící podložka</i> | 0,005 | 886,4 | 4,432 | 1365,3 | | 6051,0 |
| <i>bet. mazanina</i> | 0,07 | 886,4 | 62,048 | 2300 | | 142710,4 |
| schodiště | | | | | | |
| <i>dlažba</i> | 0,01 | 138,5 | 1,385 | 2000 | | 2770,0 |
| <i>malta</i> | 0,01 | 138,5 | 1,385 | 1500 | | 2077,5 |
| <i>bet. mazanina</i> | 0,07 | 138,5 | 9,695 | 2300 | | 22298,5 |
| suterén | | | | | | |
| <i>nátěr sikafloor</i> | 0,002 | zanedbáno - neznámé údaje | | | | 0 |
| <i>anhydrit</i> | 0,07 | 219 | 15,330 | 450 | | 6898,5 |
| <i>hydroizolace</i> | 0,0016 | 278 | 0,445 | 1220 | | 542,7 |
| VÝPLNĚ OTVORŮ | m | m ² | m ³ | kg/m ³ | kg/m ² | kg |
| plastová okna | | | | | | |
| <i>plastový rám</i> | | | 19,86 | 1300 | | 25818 |
| <i>trojsklo</i> | | 172,625 | | | 30 | 5178,75 |
| <i>těsnění, kov</i> | zanedbáno | | | | | |
| hliníkové vstupní dveře | | | | | | |
| <i>hliníkový rám</i> | | | 3,072 | 2700 | | 8294,4 |
| <i>dvojsklo</i> | | 24,84 | | | 20 | 496,8 |
| <i>kování</i> | zanedbáno | | | | | |

Tabulka 2: Environmentální profil materiálů - spotřeba primární energie

| KONSTRUKCE | Hmotnost | PEI | PEI | životnost | PEI |
|------------------------------------|----------|-----------------------------|-------------|-----------|------------------|
| ZÁKLADY | kg | MJ/kg | MJ | roky | MJ/a |
| <i>beton - základy</i> | 189130,5 | 0,483779 | 91497,36416 | 50 | 1829,947 |
| <i>kari síť</i> | 220,5 | 22,5279 | 4967,40195 | 50 | 99,348 |
| SVISLÉ NOSNÉ KCE | kg | MJ/kg | MJ | roky | MJ/a |
| suterénní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 5733,6 | 1,45966 | 8369,106576 | 50 | 167,382 |
| <i>beton</i> | 106221,8 | 0,574926 | 61069,66309 | 50 | 1221,393 |
| <i>ocel</i> | 18439,7 | 22,5279 | 415406,5912 | 50 | 8308,132 |
| <i>hydroizolace</i> | 1590,9 | 51,4714 | 81884,82083 | 50 | 1637,696 |
| <i>lepící hmota</i> | 6240,0 | 23,6585 | 147629,04 | 50 | 2952,581 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,09984 | údaje neznámé | | | |
| nadzemní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 68864,0 | 1,45966 | 100518,0262 | 50 | 2010,361 |
| <i>Heluz Family 38 2in1</i> | 174389,6 | 2,5737 | 448826,5135 | 50 | 8976,530 |
| <i>cihly Heluz Aku 30/33,2</i> | 71760,0 | 2,5737 | 184688,712 | 50 | 3693,774 |
| <i>lepící hmota</i> | 18582,0 | 23,6585 | 439622,247 | 50 | 8792,445 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,3 | údaje neznámé | | | |
| VODOROVNÉ NOSNÉ KCE | kg | MJ/kg; MJ/m ² | MJ | roky | MJ/a |
| <i>nadbetonávka</i> | 139104,0 | 0,574926 | 79974,5063 | 50 | 1599,490 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 1008,0 | 1644,06 | 1657212,48 | 50 | 33144,250 |
| <i>omítka</i> | 10080,0 | 1,45966 | 14713,3728 | 50 | 294,267 |
| suterén | | | | | |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 51,4714 | 27931,26404 | 50 | 558,625 |
| <i>ŽB deska - beton</i> | 121486,0 | 0,574926 | 69845,46004 | 50 | 1396,909 |
| <i>ŽB deska - ocel</i> | 21823,0 | 22,5279 | 491626,3617 | 50 | 9832,527 |
| STŘECHA | kg | MJ/kg | MJ | roky | MJ/a |
| <i>nadbetonávka</i> | 34776,0 | 0,574926 | 19993,62658 | 50 | 399,873 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 252,0 | 1644,06 | 414303,12 | 50 | 8286,062 |
| <i>omítka</i> | 2520,0 | 1,45966 | 3678,3432 | 50 | 73,567 |
| TEPELNÉ IZOLACE | kg | MJ/kg | MJ | roky | MJ/a |
| <i>XPS - suterén</i> | 498,6 | 96,5145 | 48122,1297 | 50 | 962,443 |
| <i>XPS - suterén - PDL</i> | 486,5 | 96,5145 | 46954,30425 | 50 | 939,086 |
| <i>polystyren ve zdivu</i> | 2802,7 | 105,073 | 294487,0464 | 50 | 5889,741 |
| <i>MW - Isover TF Profi</i> | 3938,7 | 20,1923 | 79531,1697 | 30 | 2651,039 |
| <i>MW - kroč.</i> | 1935,4 | 20,1923 | 39079,36973 | 30 | 1302,646 |
| <i>EPS - střecha</i> | 2268,0 | 105,073 | 238305,564 | 30 | 7943,519 |
| <i>EPS - spád. vrstva Ø</i> | 945,0 | 105,073 | 99293,985 | 30 | 3309,800 |
| PŘÍČKY | kg | MJ/kg | MJ | roky | MJ/a |
| <i>cihly Heluz 14</i> | 48615,8 | 2,5737 | 125122,5874 | 50 | 2502,452 |

Tabulka 2: Environmentální profil materiálů - spotřeba primární energie - pokračování

| KONSTRUKCE | Hmotnost | PEI | PEI | životnost | PEI |
|---------------------------------|----------|---------------|-------------|-----------|------------------|
| <i>cihly Heluz 8</i> | 74605,4 | 2,5737 | 192012,0209 | 50 | 3840,240 |
| <i>omítka</i> | 18283,2 | 1,45966 | 26687,25571 | 50 | 533,745 |
| STŘEŠNÍ PLÁŠŤ | kg | MJ/kg | MJ | roky | MJ/a |
| <i>hydroizolace</i> | 2849,9 | 51,4714 | 146689,3723 | 50 | 2933,787 |
| <i>foalbit</i> | 492,4 | 51,4714 | 25345,36149 | 50 | 506,907 |
| KCE PODLAH | kg | MJ/kg | MJ | roky | MJ/a |
| byty | | | | | |
| <i>laminátová podlaha (PVC)</i> | 12409,6 | 60,006 | 744650,4576 | 20 | 37232,523 |
| <i>tlumící podložka</i> | 6051,0 | údaje neznámé | | | |
| <i>bet. mazanina</i> | 142710,4 | 0,344905 | 49221,53051 | 50 | 984,431 |
| schodiště | | | | | |
| <i>dlažba</i> | 2770 | 14,1064 | 39074,728 | 30 | 1302,491 |
| <i>malta</i> | 2077,5 | 1,32501 | 2752,708275 | 30 | 91,757 |
| <i>bet. mazanina</i> | 22298,5 | 0,344905 | 7690,864143 | 50 | 153,817 |
| suterén | | | | | |
| <i>nátěr sikafloor</i> | - | údaje neznámé | | | |
| <i>anhydrit</i> | 6898,5 | 1,05514 | 7278,88329 | 50 | 145,578 |
| <i>hydroizolace</i> | 542,656 | 51,4714 | 27931,26404 | 50 | 558,625 |
| VÝPLNĚ OTVORŮ | kg | MJ/kg | MJ | roky | MJ/a |
| plastová okna | | | | | |
| <i>plastový rám</i> | 25818 | 59,5218 | 1536733,832 | 30 | 51224,461 |
| <i>trojsklo</i> | 5178,75 | 29,0637 | 150513,6364 | 50 | 3010,273 |
| <i>těsnění, kov</i> | - | | | | |
| hliníkové vstupní dveře | | | | | |
| <i>hliníkový rám</i> | 8294,4 | 142,332 | 1180558,541 | 40 | 29513,964 |
| <i>dvojsklo</i> | 496,8 | 26,3039 | 13067,77752 | 50 | 261,356 |
| <i>kování</i> | - | | | | |

Tabulka 3: Environmentální profil materiálů - potenciál globálního oteplování

| KONSTRUKCE | Hmotnost | GWP | GWP | životnost | GWP |
|------------------------------------|----------|----------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------|
| ZÁKLADY | kg | kg CO ₂ ekv./kg | kg CO ₂ ekv. | roky | kg CO ₂ ekv./a |
| <i>beton - základy</i> | 189130,5 | 0,0669686 | 12665,8048 | 50 | 253,316 |
| <i>kari síť</i> | 220,5 | 1,482 | 326,781 | 50 | 6,536 |
| SVISLÉ NOSNÉ KCE | kg | kg CO ₂ ekv./kg | kg CO ₂ ekv. | roky | kg CO ₂ ekv./a |
| suterénní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 5733,6 | 0,21317 | 1222,231512 | 50 | 24,445 |
| <i>beton</i> | 106221,8 | 0,109891 | 11672,81763 | 50 | 233,456 |
| <i>ocel</i> | 18439,7 | 1,482 | 27327,5613 | 50 | 546,551 |
| <i>hydroizolace</i> | 1590,9 | 1,4035 | 2232,80008 | 50 | 44,656 |
| <i>lepící hmota</i> | 6240,0 | 1,1046 | 6892,704 | 50 | 137,854 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,09984 | údaje neznámé | | | |
| nadzemní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 68864,0 | 0,21317 | 14679,73888 | 50 | 293,595 |
| <i>Heluz Family 38 2in1</i> | 174389,6 | 0,23862 | 41612,84635 | 50 | 832,257 |
| <i>cihly Heluz Aku 30/33,2</i> | 71760,0 | 0,23862 | 17123,3712 | 50 | 342,467 |
| <i>lepící hmota</i> | 18582,0 | 1,1046 | 20525,6772 | 50 | 410,514 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,3 | údaje neznámé | | | |
| VODOROVNÉ NOSNÉ KCE | kg | kg CO ₂ ekv./kg | kg CO ₂ ekv. | roky | kg CO ₂ ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 139104,0 | 0,109891 | 15286,27766 | 50 | 305,726 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 1008,0 | 135,121 | 136201,968 | 50 | 2724,039 |
| <i>omítka</i> | 10080,0 | 0,21317 | 2148,7536 | 50 | 42,975 |
| suterén | | | | | |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 1,4035 | 761,617696 | 50 | 15,232 |
| <i>ŽB deska - beton</i> | 121486,0 | 0,109891 | 13350,21803 | 50 | 267,004 |
| <i>ŽB deska - ocel</i> | 21823,0 | 1,482 | 32341,686 | 50 | 646,834 |
| STŘECHA | kg | kg CO ₂ ekv./kg | kg CO ₂ ekv. | roky | kg CO ₂ ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 34776,0 | 0,109891 | 3821,569416 | 50 | 76,431 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 252,0 | 135,121 | 34050,492 | 50 | 681,010 |
| <i>omítka</i> | 2520,0 | 0,21317 | 537,1884 | 50 | 10,744 |
| TEPELNÉ IZOLACE | kg | kg CO ₂ ekv./kg | kg CO ₂ ekv. | roky | kg CO ₂ ekv./a |
| <i>XPS - suterén</i> | 498,6 | 3,8205 | 1904,9013 | 50 | 38,098 |
| <i>XPS - suterén - PDL</i> | 486,5 | 3,8205 | 1858,67325 | 50 | 37,173 |
| <i>polystyren ve zdivu</i> | 2802,7 | 4,2121 | 11805,21055 | 50 | 236,104 |
| <i>MW - Isover TF Profi</i> | 3938,7 | 1,1331 | 4462,927373 | 30 | 148,764 |
| <i>MW - kroč.</i> | 1935,4 | 1,1331 | 2192,956416 | 30 | 73,099 |
| <i>EPS - střecha</i> | 2268,0 | 4,2121 | 9553,0428 | 30 | 318,435 |
| <i>EPS - spád. vrstva Ø</i> | 945,0 | 4,2121 | 3980,4345 | 30 | 132,681 |
| PŘÍČKY | kg | kg CO ₂ ekv./kg | kg CO ₂ ekv. | roky | kg CO ₂ ekv./a |
| <i>cihly Heluz 14</i> | 48615,8 | 0,23862 | 11600,71174 | 50 | 232,014 |
| <i>cihly Heluz 8</i> | 74605,4 | 0,23862 | 17802,35009 | 50 | 356,047 |

Tabulka 3: Environmentální profil materiálů - potenciál globálního oteplování - pokračování

| KONSTRUKCE | Hmotnost | GWP | GWP | životnost | GWP |
|---------------------------------|----------|----------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------|
| <i>omítka</i> | 18283,2 | 0,21317 | 3897,429744 | 50 | 77,949 |
| STŘEŠNÍ PLÁŠŤ | kg | kg CO ₂ ekv./kg | kg CO ₂ ekv. | roky | kg CO ₂ ekv./a |
| <i>hydroizolace</i> | 2849,9 | 1,4035 | 3999,86272 | 50 | 79,997 |
| <i>foalbit</i> | 492,4 | 1,4035 | 691,1064174 | 50 | 13,822 |
| KCE PODLAH | kg | kg CO ₂ ekv./kg | kg CO ₂ ekv. | roky | kg CO ₂ ekv./a |
| byty | | | | | |
| <i>laminátová podlaha (PVC)</i> | 12409,6 | 2,0083 | 24922,19968 | 20 | 1246,110 |
| <i>tlumící podložka</i> | 6051,0 | údaje neznámé | | | |
| <i>bet. mazanina</i> | 142710,4 | 0,055726 | 7952,67975 | 50 | 159,054 |
| schodiště | | | | | |
| <i>dlažba</i> | 2770,0 | 0,78173 | 2165,3921 | 30 | 72,180 |
| <i>malta</i> | 2077,5 | 0,19067 | 396,116925 | 30 | 13,204 |
| <i>bet. mazanina</i> | 22298,5 | 0,055726 | 1242,606211 | 50 | 24,852 |
| suterén | | | | | |
| <i>nátěr sikafloor</i> | - | údaje neznámé | | | |
| <i>anhydrit</i> | 6898,5 | 0,042592 | 293,820912 | 50 | 5,876 |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 1,4035 | 761,617696 | 50 | 15,232 |
| VÝPLNĚ OTVORŮ | kg | kg CO ₂ ekv./kg | kg CO ₂ ekv. | roky | kg CO ₂ ekv./a |
| plastová okna | | | | | |
| <i>plastový rám</i> | 25818,0 | 2,60487 | 67252,53366 | 30 | 2241,751 |
| <i>trojsklo</i> | 5178,8 | 1,89257 | 9801,146888 | 50 | 196,023 |
| <i>těsnění, kov</i> | - | | | | |
| hliníkové vstupní dveře | | | | | |
| <i>hliníkový rám</i> | 8294,4 | 9,49527 | 78757,56749 | 40 | 1968,939 |
| <i>dvojsklo</i> | 496,8 | 1,67808 | 833,670144 | 50 | 16,673 |
| <i>kování</i> | - | | | | |

Tabulka 4: Environmentální profil materiálů - potenciál okyselování prostředí

| KONSTRUKCE | Hmotnost | AP | AP | životnost | AP |
|------------------------------------|----------|---------------------------|------------------------|-----------|--------------------------|
| ZÁKLADY | kg | g SO ₂ ekv./kg | g SO ₂ ekv. | roky | g SO ₂ ekv./a |
| <i>beton - základy</i> | 189130,5 | 0,138914 | 26272,87428 | 50 | 525,457 |
| <i>kari síť</i> | 220,5 | 5,0948 | 1123,4034 | 50 | 22,468 |
| SVISLÉ NOSNÉ KCE | kg | g SO ₂ ekv./kg | g SO ₂ ekv. | roky | g SO ₂ ekv./a |
| suterénní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 5733,6 | 0,35407 | 2030,095752 | 50 | 40,602 |
| <i>beton</i> | 106221,8 | 0,184899 | 19640,3009 | 50 | 392,806 |
| <i>ocel</i> | 18439,7 | 5,0948 | 93946,32882 | 50 | 1878,927 |
| <i>hydroizolace</i> | 1590,9 | 8,7483 | 13917,4955 | 50 | 278,350 |
| <i>lepící hmota</i> | 6240,0 | 4,5856 | 28614,144 | 50 | 572,283 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,09984 | údaje neznámé | | | |
| nadzemní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 68864,0 | 0,35407 | 24382,67648 | 50 | 487,654 |
| <i>Heluz Family 38 2in1</i> | 174389,6 | 0,5456 | 95146,96576 | 50 | 1902,939 |
| <i>cihly Heluz Aku 30/33,2</i> | 71760,0 | 0,5456 | 39152,256 | 50 | 783,045 |
| <i>lepící hmota</i> | 18582,0 | 4,5856 | 85209,6192 | 50 | 1704,192 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,3 | údaje neznámé | | | |
| VODOROVNÉ NOSNÉ KCE | kg | g SO ₂ ekv./kg | g SO ₂ ekv. | roky | g SO ₂ ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 139104,0 | 0,184899 | 25720,1905 | 50 | 514,404 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 1008,0 | 390,584 | 393708,672 | 50 | 7874,173 |
| <i>omítka</i> | 10080,0 | 0,35407 | 3569,0256 | 50 | 71,381 |
| suterén | | | | | |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 8,7483 | 4747,317485 | 50 | 94,946 |
| <i>ŽB deska - beton</i> | 121486,0 | 0,184899 | 22462,63991 | 50 | 449,253 |
| <i>ŽB deska - ocel</i> | 21823,0 | 5,0948 | 111183,8204 | 50 | 2223,676 |
| STŘECHA | kg | g SO ₂ ekv./kg | g SO ₂ ekv. | roky | g SO ₂ ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 34776,0 | 0,184899 | 6430,047624 | 50 | 128,601 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 252,0 | 390,584 | 98427,168 | 50 | 1968,543 |
| <i>omítka</i> | 2520,0 | 0,35407 | 892,2564 | 50 | 17,845 |
| TEPELNÉ IZOLACE | kg | g SO ₂ ekv./kg | g SO ₂ ekv. | roky | g SO ₂ ekv./a |
| <i>XPS - suterén</i> | 498,6 | 13,392 | 6677,2512 | 50 | 133,545 |
| <i>XPS - suterén - PDL</i> | 486,5 | 13,392 | 6515,208 | 50 | 130,304 |
| <i>polystyren ve zdivu</i> | 2802,7 | 14,9 | 41760,081 | 50 | 835,202 |
| <i>MW - Isover TF Profi</i> | 3938,7 | 8,3583 | 32920,73591 | 30 | 1097,358 |
| <i>MW - kroč.</i> | 1935,4 | 8,3583 | 16176,31949 | 30 | 539,211 |
| <i>EPS - střecha</i> | 2268,0 | 14,9 | 33793,2 | 30 | 1126,440 |
| <i>EPS - spád. vrstva Ø</i> | 945,0 | 14,9 | 14080,5 | 30 | 469,350 |
| PŘÍČKY | kg | g SO ₂ ekv./kg | g SO ₂ ekv. | roky | g SO ₂ ekv./a |
| <i>cihly Heluz 14</i> | 48615,8 | 0,5456 | 26524,8023 | 50 | 530,496 |
| <i>cihly Heluz 8</i> | 74605,4 | 0,5456 | 40704,72806 | 50 | 814,095 |

Tabulka 4: Environmentální profil materiálů - potenciál okyselování prostředí - pokračování

| KONSTRUKCE | Hmotnost | AP | AP | životnost | AP |
|---------------------------------|----------|---------------------------|------------------------|-----------|--------------------------|
| <i>omítka</i> | 18283,2 | 0,35407 | 6473,532624 | 50 | 129,471 |
| STŘEŠNÍ PLÁŠŤ | kg | g SO ₂ ekv./kg | g SO ₂ ekv. | roky | g SO ₂ ekv./a |
| <i>hydroizolace</i> | 2849,9 | 8,7483 | 24931,95514 | 50 | 498,639 |
| <i>foalbit</i> | 492,4 | 8,7483 | 4307,806392 | 50 | 86,156 |
| KCE PODLAH | kg | g SO ₂ ekv./kg | g SO ₂ ekv. | roky | g SO ₂ ekv./a |
| byty | | | | | |
| <i>laminátová podlaha (PVC)</i> | 12409,6 | 5,3621 | 66541,51616 | 20 | 3327,076 |
| <i>tlumící podložka</i> | 6051,0 | údaje neznámé | | | |
| <i>bet. mazanina</i> | 142710,4 | 0,110009 | 15699,42839 | 50 | 313,989 |
| schodiště | | | | | |
| <i>dlažba</i> | 2770,0 | 2,7697 | 7672,069 | 30 | 255,736 |
| <i>malta</i> | 2077,5 | 0,32687 | 679,072425 | 30 | 22,636 |
| <i>bet. mazanina</i> | 22298,5 | 0,110009 | 2453,035687 | 50 | 49,061 |
| suterén | | | | | |
| <i>nátěr sikafloor</i> | - | údaje neznámé | | | |
| <i>anhydrit</i> | 6898,5 | 0,1655 | 1141,70175 | 50 | 22,834 |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 8,7483 | 4747,317485 | 50 | 94,946 |
| VÝPLŇ OTVORŮ | kg | g SO ₂ ekv./kg | g SO ₂ ekv. | roky | g SO ₂ ekv./a |
| plastová okna | | | | | |
| <i>plastový rám</i> | 25818,0 | 13,6963 | 353611,0734 | 40 | 8840,277 |
| <i>trojsklo</i> | 5178,8 | 12,7707 | 66136,26263 | 50 | 1322,725 |
| <i>těsnění, kov</i> | - | | | | |
| hliníkové vstupní dveře | | | | | |
| <i>hliníkový rám</i> | 8294,4 | 41,1815 | 341575,8336 | 40 | 8539,396 |
| <i>dvojsklo</i> | 496,8 | 11,3715 | 5649,3612 | 50 | 112,987 |
| <i>kování</i> | - | | | | |

Tabulka 5: Environmentální profil materiálů - potenciál eutrofizace prostředí

| KONSTRUKCE | Hmotnost | EP | EP | Životn. | EP |
|------------------------------------|----------|--|---|---------|---|
| ZÁKLADY | kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv. | roky | g (PO ₄) ³⁻ ekv./a |
| <i>beton - základy</i> | 189130,5 | 0,037 | 6997,8285 | 50 | 139,957 |
| <i>kari síť</i> | 220,5 | 3,133 | 690,8265 | 50 | 13,817 |
| SVISLÉ NOSNÉ KCE | kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv. | roky | g (PO ₄) ³⁻ ekv./a |
| suterénní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 5733,6 | 0,087 | 498,8232 | 50 | 9,976 |
| <i>beton</i> | 106221,8 | 0,046 | 4886,20188 | 50 | 97,724 |
| <i>ocel</i> | 18439,7 | 3,133 | 57771,42345 | 50 | 1155,428 |
| <i>hydroizolace</i> | 1590,9 | 2,973 | 4729,68624 | 50 | 94,594 |
| <i>lepící hmota</i> | 6240,0 | 1,878 | 11718,72 | 50 | 234,374 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,09984 | údaje neznámé | | | |
| nadzemní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 68864,0 | 0,087 | 5991,168 | 50 | 119,823 |
| <i>Heluz Family 38 2in1</i> | 174389,6 | 0,172 | 29995,0112 | 50 | 599,900 |
| <i>cihly Heluz Aku 30/33,2</i> | 71760,0 | 0,172 | 12342,72 | 50 | 246,854 |
| <i>lepící hmota</i> | 18582,0 | 1,878 | 34896,996 | 50 | 697,940 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,3 | údaje neznámé | | | |
| VODOROVNÉ NOSNÉ KCE | kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv. | roky | g (PO ₄) ³⁻ ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 139104,0 | 0,046 | 6398,784 | 50 | 127,976 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 1008,0 | 212,911 | 214614,288 | 50 | 4292,286 |
| <i>omítka</i> | 10080,0 | 0,087 | 876,96 | 50 | 17,539 |
| suterén | | | | | |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 2,973 | 1613,316288 | 50 | 32,266 |
| <i>ŽB deska - beton</i> | 121486,0 | 0,046 | 5588,356 | 50 | 111,767 |
| <i>ŽB deska - ocel</i> | 21823,0 | 3,133 | 68371,459 | 50 | 1367,429 |
| STŘECHA | kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv. | roky | g (PO ₄) ³⁻ ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 34776,0 | 0,046 | 1599,696 | 50 | 31,994 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 252,0 | 212,911 | 53653,572 | 50 | 1073,071 |
| <i>omítka</i> | 2520,0 | 0,087 | 219,24 | 50 | 4,385 |
| TEPELNÉ IZOLACE | kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv. | roky | g (PO ₄) ³⁻ ekv./a |
| <i>XPS - suterén</i> | 498,6 | 3,012 | 1501,7832 | 50 | 30,036 |
| <i>XPS - suterén - PDL</i> | 486,5 | 3,012 | 1465,338 | 50 | 29,307 |
| <i>polystyren ve zdivu</i> | 2802,7 | 2,549 | 7144,05681 | 50 | 142,881 |
| <i>MW - Isover TF Profi</i> | 3938,7 | 1,83 | 7207,79904 | 30 | 240,260 |
| <i>MW - kroč.</i> | 1935,4 | 1,83 | 3541,7088 | 30 | 118,057 |
| <i>EPS - střecha</i> | 2268,0 | 2,549 | 5781,132 | 30 | 192,704 |
| <i>EPS - spád. vrstva Ø</i> | 945,0 | 2,549 | 2408,805 | 30 | 80,294 |
| PŘÍČKY | kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv. | roky | g (PO ₄) ³⁻ ekv./a |
| <i>cihly Heluz 14</i> | 48615,8 | 0,172 | 8361,92448 | 50 | 167,238 |
| <i>cihly Heluz 8</i> | 74605,4 | 0,172 | 12832,13568 | 50 | 256,643 |

Tabulka 5: Environmentální profil materiálů - potenciál eutrofizace prostředí - pokračování

| KONSTRUKCE | Hmotnost | EP | EP | Životn. | EP |
|---------------------------------|----------|--|---|---------|---|
| <i>omítka</i> | 18283,2 | 0,087 | 1590,6384 | 50 | 31,813 |
| STŘEŠNÍ PLÁŠŤ | kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv. | roky | g (PO ₄) ³⁻ ekv./a |
| <i>hydroizolace</i> | 2849,9 | 2,973 | 8472,81216 | 50 | 169,456 |
| <i>foalbit</i> | 492,4 | 2,973 | 1463,953957 | 50 | 29,279 |
| KCE PODLAH | kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv. | roky | g (PO ₄) ³⁻ ekv./a |
| byty | | | | | |
| <i>laminátová podlaha (PVC)</i> | 12409,6 | 0,844 | 10473,7024 | 20 | 523,685 |
| <i>tlumící podložka</i> | 6051,0 | údaje neznámé | | | |
| <i>bet. mazanina</i> | 142710,4 | 0,029 | 4138,6016 | 50 | 82,772 |
| schodiště | | | | | |
| <i>dlažba</i> | 2770,0 | 1,161 | 3215,97 | 30 | 107,199 |
| <i>malta</i> | 2077,5 | 0,082 | 170,355 | 30 | 5,679 |
| <i>bet. mazanina</i> | 22298,5 | 0,029 | 646,6565 | 50 | 12,933 |
| suterén | | | | | |
| <i>nátěr sikafloor</i> | - | údaje neznámé | | | |
| <i>anhydrit</i> | 6898,5 | 0,052 | 358,722 | 50 | 7,174 |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 2,973 | 1613,316288 | 50 | 32,266 |
| VÝPLNĚ OTVORŮ | kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg | g (PO ₄) ³⁻ ekv. | roky | g (PO ₄) ³⁻ ekv./a |
| plastová okna | | | | | |
| <i>plastový rám</i> | 25818,0 | 4,637 | 119718,066 | 40 | 2992,952 |
| <i>trojsklo</i> | 5178,8 | 3,505 | 18151,51875 | 50 | 363,030 |
| <i>těsnění, kov</i> | - | | | | |
| hliníkové vstupní dveře | | | | | |
| <i>hliníkový rám</i> | 8294,4 | 15,324 | 127103,3856 | 40 | 3177,585 |
| <i>dvojsklo</i> | 496,8 | 2,808 | 1395,0144 | 50 | 27,900 |
| <i>kování</i> | - | | | | |

Tabulka 6: Environmentální profil materiálů - potenciál ničení ozonové vrstvy

| KONSTRUKCE | Hmotnost | ODP | ODP | Životn. | ODP |
|------------------------------------|----------|----------------|-------------|---------|-------------------|
| ZÁKLADY | kg | g R-11 ekv./kg | g R-11 ekv. | roky | g R-11 ekv./a |
| <i>beton - základy</i> | 189130,5 | 2,95073E-06 | 0,55807304 | 50 | 0,01116146 |
| <i>kari síť</i> | 220,5 | 0,00006 | 0,01323 | 50 | 0,00026460 |
| SVISLÉ NOSNÉ KCE | kg | g R-11 ekv./kg | g R-11 ekv. | roky | g R-11 ekv./a |
| suterénní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 5733,6 | 0,000009665 | 0,055415244 | 50 | 0,00110830 |
| <i>beton</i> | 106221,8 | 3,70555E-06 | 0,393610117 | 50 | 0,00787220 |
| <i>ocel</i> | 18439,7 | 0,00006 | 1,106379 | 50 | 0,02212758 |
| <i>hydroizolace</i> | 1590,9 | 0,00036281 | 0,577187173 | 50 | 0,01154374 |
| <i>lepící hmota</i> | 6240,0 | 0,00016298 | 1,0169952 | 50 | 0,02033990 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,09984 | údaje neznámé | | | |
| nadzemní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 68864,0 | 0,000009665 | 0,66557056 | 50 | 0,01331141 |
| <i>Heluz Family 38 2in1</i> | 174389,6 | 0,000017802 | 3,104483659 | 50 | 0,06208967 |
| <i>cihly Heluz Aku 30/33,2</i> | 71760,0 | 0,000017802 | 1,27747152 | 50 | 0,02554943 |
| <i>lepící hmota</i> | 18582,0 | 0,00016298 | 3,02849436 | 50 | 0,06056989 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,3 | údaje neznámé | | | |
| VODOROVNÉ NOSNÉ KCE | kg | g R-11 ekv./kg | g R-11 ekv. | roky | g R-11 ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 139104,0 | 3,70555E-06 | 0,515456827 | 50 | 0,01030914 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 1008,0 | 0,00536717 | 5,41010736 | 50 | 0,10820215 |
| <i>omítka</i> | 10080,0 | 0,000009665 | 0,0974232 | 50 | 0,00194846 |
| suterén | | | | | |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 0,00036281 | 0,196881023 | 50 | 0,00393762 |
| <i>ŽB deska - beton</i> | 121486,0 | 3,70555E-06 | 0,450172447 | 50 | 0,00900345 |
| <i>ŽB deska - ocel</i> | 21823,0 | 0,00006 | 1,30938 | 50 | 0,02618760 |
| STŘECHA | kg | g R-11 ekv./kg | g R-11 ekv. | roky | g R-11 ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 34776,0 | 3,70555E-06 | 0,128864207 | 50 | 0,00257728 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 252,0 | 0,00536717 | 1,35252684 | 50 | 0,02705054 |
| <i>omítka</i> | 2520,0 | 0,000009665 | 0,0243558 | 50 | 0,00048712 |
| TEPELNÉ IZOLACE | kg | g R-11 ekv./kg | g R-11 ekv. | roky | g R-11 ekv./a |
| <i>XPS - suterén</i> | 498,6 | 0,00008839 | 0,044071254 | 50 | 0,00088143 |
| <i>XPS - suterén - PDL</i> | 486,5 | 0,00008839 | 0,043001735 | 50 | 0,00086003 |
| <i>polystyren ve zdivu</i> | 2802,7 | 0,00013195 | 0,369814946 | 50 | 0,00739630 |
| <i>MW - Isover TF Profi</i> | 3938,7 | 0,000055368 | 0,218077277 | 30 | 0,00726924 |
| <i>MW - kroč.</i> | 1935,4 | 0,000055368 | 0,107157012 | 30 | 0,00357190 |
| <i>EPS - střecha</i> | 2268,0 | 0,00013195 | 0,2992626 | 30 | 0,00997542 |
| <i>EPS - spád. vrstva Ø</i> | 945,0 | 0,00013195 | 0,12469275 | 30 | 0,00415643 |
| PŘÍČKY | kg | g R-11 ekv./kg | g R-11 ekv. | roky | g R-11 ekv./a |
| <i>cihly Heluz 14</i> | 48615,8 | 0,000017802 | 0,865459184 | 50 | 0,01730918 |
| <i>cihly Heluz 8</i> | 74605,4 | 0,000017802 | 1,328126043 | 50 | 0,02656252 |

Tabulka 6: Environmentální profil materiálů - potenciál ničení ozonové vrstvy - pokračování

| KONSTRUKCE | Hmotnost | ODP | ODP | Životn. | ODP |
|---------------------------------|----------|----------------|-------------|---------|-------------------|
| <i>omítka</i> | 18283,2 | 0,000009665 | 0,176707128 | 50 | 0,00353414 |
| STŘEŠNÍ PLÁŠŤ | kg | g R-11 ekv./kg | g R-11 ekv. | roky | g R-11 ekv./a |
| <i>hydroizolace</i> | 2849,9 | 0,00036281 | 1,033979475 | 50 | 0,02067959 |
| <i>foalbit</i> | 492,4 | 0,00036281 | 0,178653594 | 50 | 0,00357307 |
| KCE PODLAH | kg | g R-11 ekv./kg | g R-11 ekv. | roky | g R-11 ekv./a |
| byty | | | | | |
| <i>laminátová podlaha (PVC)</i> | 12409,6 | 3,4371E-06 | 0,042653036 | 20 | 0,00213265 |
| <i>tlumící podložka</i> | 6051,0 | údaje neznámé | | | |
| <i>bet. mazanina</i> | 142710,4 | 2,20982E-06 | 0,315364296 | 50 | 0,00630729 |
| schodiště | | | | | |
| <i>dlažba</i> | 2770,0 | 0,000091639 | 0,25384003 | 30 | 0,00846133 |
| <i>malta</i> | 2077,5 | 8,2117E-06 | 0,017059807 | 30 | 0,00056866 |
| <i>bet. mazanina</i> | 22298,5 | 2,20982E-06 | 0,049275671 | 50 | 0,00098551 |
| suterén | | | | | |
| <i>nátěr sikafloor</i> | - | údaje neznámé | | | |
| <i>anhydrit</i> | 6898,5 | 5,5929E-06 | 0,038582621 | 50 | 0,00077165 |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 0,00036281 | 0,196881023 | 50 | 0,00393762 |
| VÝPLNĚ OTVORŮ | kg | g R-11 ekv./kg | g R-11 ekv. | roky | g R-11 ekv./a |
| plastová okna | | | | | |
| <i>plastový rám</i> | 25818,0 | 0,000110635 | 2,85637443 | 40 | 0,07140936 |
| <i>trojsklo</i> | 5178,8 | 0,000152833 | 0,791483899 | 50 | 0,01582968 |
| <i>těsnění, kov</i> | - | | | | |
| hliníkové vstupní dveře | | | | | |
| <i>hliníkový rám</i> | 8294,4 | 0,000687732 | 5,704324301 | 40 | 0,14260811 |
| <i>dvojsklo</i> | 496,8 | 0,000130892 | 0,065027146 | 50 | 0,00130054 |
| <i>kování</i> | - | | | | |

Tabulka 7: Environmentální profil materiálů - potenciál tvorby přízemního ozonu

| KONSTRUKCE | Hmotnost | POCP | POCP | životnost | POCP |
|------------------------------------|----------|---|--------------------------------------|-----------|--|
| ZÁKLADY | kg | g C ₂ H ₄ ekv./kg | g C ₂ H ₄ ekv. | roky | g C ₂ H ₄ ekv./a |
| <i>beton - základy</i> | 189130,5 | 0,00518155 | 979,9891423 | 50 | 19,600 |
| <i>kari síť</i> | 220,5 | 0,81161 | 178,960005 | 50 | 3,579 |
| SVISLÉ NOSNÉ KCE | kg | g C ₂ H ₄ ekv./kg | g C ₂ H ₄ ekv. | roky | g C ₂ H ₄ ekv./a |
| suterénní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 5733,6 | 0,016414 | 94,1113104 | 50 | 1,882 |
| <i>beton</i> | 106221,8 | 0,00677773 | 719,942545 | 50 | 14,399 |
| <i>ocel</i> | 18439,7 | 0,81161 | 14965,80434 | 50 | 299,316 |
| <i>hydroizolace</i> | 1590,9 | 0,5684 | 904,256192 | 50 | 18,085 |
| <i>lepící hmota</i> | 6240,0 | 0,3051 | 1903,824 | 50 | 38,076 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,09984 | údaje neznámé | | | |
| nadzemní stěny | | | | | |
| <i>omítka</i> | 68864,0 | 0,016414 | 1130,333696 | 50 | 22,607 |
| <i>Heluz Family 38 2in1</i> | 174389,6 | 0,039715 | 6925,882964 | 50 | 138,518 |
| <i>cihly Heluz Aku 30/33,2</i> | 71760,0 | 0,039715 | 2849,9484 | 50 | 56,999 |
| <i>lepící hmota</i> | 18582,0 | 0,3051 | 5669,3682 | 50 | 113,387 |
| <i>výztužná tkanina</i> | 0,3 | údaje neznámé | | | |
| VODOROVNÉ NOSNÉ KCE | kg | g C ₂ H ₄ ekv./kg | g C ₂ H ₄ ekv. | roky | g C ₂ H ₄ ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 139104,0 | 0,00677773 | 942,8093539 | 50 | 18,856 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 1008,0 | 53,2343 | 53660,1744 | 50 | 1073,203 |
| <i>omítka</i> | 10080,0 | 0,016414 | 165,45312 | 50 | 3,309 |
| suterén | | | | | |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 0,5684 | 308,4456704 | 50 | 6,169 |
| <i>ŽB deska - beton</i> | 121486,0 | 0,00677773 | 823,3993068 | 50 | 16,468 |
| <i>ŽB deska - ocel</i> | 21823,0 | 0,81161 | 17711,76503 | 50 | 354,235 |
| STŘECHA | kg | g C ₂ H ₄ ekv./kg | g C ₂ H ₄ ekv. | roky | g C ₂ H ₄ ekv./a |
| <i>nadbetonávka</i> | 34776,0 | 0,00677773 | 235,7023385 | 50 | 4,714 |
| <i>strop Heluz [m²]</i> | 252,0 | 53,2343 | 13415,0436 | 50 | 268,301 |
| <i>omítka</i> | 2520,0 | 0,016414 | 41,36328 | 50 | 0,827 |
| TEPELNÉ IZOLACE | kg | g C ₂ H ₄ ekv./kg | g C ₂ H ₄ ekv. | roky | g C ₂ H ₄ ekv./a |
| <i>XPS - suterén</i> | 498,6 | 1,5365 | 766,0989 | 50 | 15,322 |
| <i>XPS - suterén - PDL</i> | 486,5 | 1,5365 | 747,50725 | 50 | 14,950 |
| <i>polystyren ve zdivu</i> | 2802,7 | 6,7545 | 18930,76961 | 50 | 378,615 |
| <i>MW - Isover TF Profi</i> | 3938,7 | 0,44541 | 1754,331022 | 30 | 58,478 |
| <i>MW - kroč.</i> | 1935,4 | 0,44541 | 862,0286976 | 30 | 28,734 |
| <i>EPS - střecha</i> | 2268,0 | 6,7545 | 15319,206 | 30 | 510,640 |
| <i>EPS - spád. vrstva Ø</i> | 945,0 | 6,7545 | 6383,0025 | 30 | 212,767 |
| PŘÍČKY | kg | g C ₂ H ₄ ekv./kg | g C ₂ H ₄ ekv. | roky | g C ₂ H ₄ ekv./a |
| <i>cihly Heluz 14</i> | 48615,8 | 0,039715 | 1930,778086 | 50 | 38,616 |
| <i>cihly Heluz 8</i> | 74605,4 | 0,039715 | 2962,95505 | 50 | 59,259 |

Tabulka 7: Environmentální profil materiálů - potenciál tvorby přízemního ozonu - pokračování

| KONSTRUKCE | Hmotnost | POCP | POCP | životnost | POCP |
|---------------------------------|----------|---|--------------------------------------|-----------|--|
| <i>omítka</i> | 18283,2 | 0,016414 | 300,1004448 | 50 | 6,002 |
| STŘEŠNÍ PLÁŠŤ | kg | g C ₂ H ₄ ekv./kg | g C ₂ H ₄ ekv. | roky | g C ₂ H ₄ ekv./a |
| <i>hydroizolace</i> | 2849,9 | 0,5684 | 1619,894528 | 50 | 32,398 |
| <i>foalbit</i> | 492,4 | 0,5684 | 279,8894818 | 50 | 5,598 |
| KCE PODLAH | kg | g C ₂ H ₄ ekv./kg | g C ₂ H ₄ ekv. | roky | g C ₂ H ₄ ekv./a |
| byty | | | | | |
| <i>laminátová podlaha (PVC)</i> | 12409,6 | 0,31491 | 3907,907136 | 20 | 195,395 |
| <i>tlumící podložka</i> | 6051,0 | údaje neznámé | | | |
| <i>bet. mazanina</i> | 142710,4 | 0,00400717 | 571,8648336 | 50 | 11,437 |
| schodiště | | | | | |
| <i>dlažba</i> | 2770,0 | 0,13268 | 367,5236 | 30 | 12,251 |
| <i>malta</i> | 2077,5 | 0,012976 | 26,95764 | 30 | 0,899 |
| <i>bet. mazanina</i> | 22298,5 | 0,00400717 | 89,35388025 | 50 | 1,787 |
| suterén | | | | | |
| <i>nátěr sikafloor</i> | - | údaje neznámé | | | |
| <i>anhydrit</i> | 6898,5 | 0,010029 | 69,1850565 | 50 | 1,384 |
| <i>hydroizolace</i> | 542,7 | 0,5684 | 308,4456704 | 50 | 6,169 |
| VÝPLNĚ OTVORŮ | kg | g C ₂ H ₄ ekv./kg | g C ₂ H ₄ ekv. | roky | g C ₂ H ₄ ekv./a |
| plastová okna | | | | | |
| <i>plastový rám</i> | 25818,0 | 0,693873 | 17914,41311 | 40 | 447,860 |
| <i>trojsklo</i> | 5178,8 | 0,495167 | 2564,346101 | 50 | 51,287 |
| <i>těsnění, kov</i> | - | | | | |
| hliníkové vstupní dveře | | | | | |
| <i>hliníkový rám</i> | 8294,4 | 3,086 | | 40 | 0,000 |
| <i>dvojsklo</i> | 496,8 | 0,4345 | 215,8596 | 50 | 4,317 |
| <i>kování</i> | - | | | | |

Tabulka 8: Environmentální profil budovy - fáze výstavby

| Výstavba | PEI | GWP | AP | EP | ODP | POCP |
|-------------------------|--------------------------|--|---|--|------------------------------------|---|
| | MJ/(m ² .rok) | kg CO ₂ ekv./ (m ² .rok) | g SO ₂ ekv./ (m ² .rok) | g (PO ₄) ³⁻ ekv./ (m ² .rok) | g R-11 ekv./ (m ² .rok) | g C ₂ H ₄ ekv./ (m ² .rok) |
| Základové konstrukce | 1,652 | 0,222 | 0,469 | 0,132 | 0,00000978 | 0,020 |
| Svislé nosné konstrukce | 32,329 | 2,454 | 6,884 | 2,788 | 0,00019222 | 0,602 |
| Vodorovné nosné kce | 40,091 | 3,426 | 9,613 | 5,094 | 0,00013663 | 1,260 |
| Nosné kce střechy | 7,500 | 0,658 | 1,811 | 0,950 | 0,00002578 | 0,234 |
| Tepelné izolace | 19,690 | 0,843 | 3,708 | 0,714 | 0,00002920 | 1,044 |
| Příčky | 5,887 | 0,570 | 1,262 | 0,390 | 0,00004059 | 0,089 |
| Střešní plášť | 2,946 | 0,080 | 0,501 | 0,170 | 0,00002076 | 0,033 |
| Konstrukce podlah | 34,648 | 1,316 | 3,499 | 0,661 | 0,00001983 | 0,196 |
| Výplně otvorů | 71,926 | 3,787 | 16,109 | 5,618 | 0,00019790 | 0,431 |
| Celkem | 216,669 | 13,356 | 43,856 | 16,516 | 0,00067271 | 3,910 |

Tabulka 9: Environmentální profil budovy - fáze provozu

| Provozní fáze | Roční spotřeba | Ergo-nositel | Faktor en. přeměny | | GWP | AP | EP | ODP | POCP |
|---------------|----------------|--------------|--------------------|-------|-------|-------|--------|---------|--------|
| | MJ/a | MJ/a | | MJ/MJ | kg/MJ | g/MJ | g/MJ | g/MJ | g/MJ |
| Elektřina | 32 726 | | FV | 0,050 | 0,003 | 0,023 | 0,0168 | 3,5E-07 | 0,0014 |
| TV | 122 640 | 89 831 | FT | 0,050 | 0,003 | 0,023 | 0,0168 | 3,5E-07 | 0,0014 |
| | | 32 809 | plyn | 1,200 | 0,072 | 0,057 | 0,0111 | 7,5E-07 | 0,0063 |

| Provozní fáze | PEI | GWP | AP | EP | ODP | POCP |
|---------------|------------------------|--|--|--|---------------------------------|---|
| | MJ/ (m ² a) | kg CO _{2,ekv.} / (m ² a) | g SO _{2,ekv.} / (m ² .a) | g (PO ₄) ³⁻ ekv./ (m ² .a) | g R-11 ekv./ (m ² a) | gC ₂ H _{4,ekv.} / (m ² .a) |
| Elektřina | 1,40 | 0,08 | 0,64 | 0,47 | 0,00001 | 0,039 |
| TV | 3,85 | 1,953 | 15,488 | 11,313 | 0,00024 | 0,108 |
| TV | 33,71 | 17,610 | 13,994 | 2,720 | 0,00018 | 0,177 |
| Celkem | 38,95 | 19,644 | 30,127 | 14,504 | 0,00043 | 0,324 |

Tabulka 10: Energetická bilance - porovnání svázané a provozní energie

| kategorie | M.j. | výstavba | provoz | celkem | poměr |
|-----------|--------------------------|----------|---------|--------|-------|
| PEI | MJ/(m ² .rok) | 216,67 | 38,95 | 255,62 | 85% |
| GWP | kg/(m ² .rok) | 13,36 | 19,64 | 33,00 | 40% |
| AP | g/(m ² .rok) | 43,86 | 30,13 | 73,99 | 59% |
| EP | g/(m ² .rok) | 16,52 | 14,50 | 31,02 | 53% |
| ODP | g/(m ² .rok) | 0,00067 | 0,00043 | 0,0011 | 61% |
| POCP | g/(m ² .rok) | 3,91 | 0,32 | 4,23 | 92% |

10.5 E Obsah příloženého CD

- Textová část ve formátu pdf
- Přílohy:
 - A Statická část
 - Zjednodušená technická zpráva
 - Předběžný statický výpočet
 - Výkresy
 - B Stavební část
 - Průvodní zpráva
 - Souhrnná technická zpráva
 - Technická zpráva
 - Výkresy
 - Tepelná posouzení
 - C TZB část
 - Zjednodušená technická zpráva
 - Výpočet PENB
 - Výpočty MS Excel
 - Výkresy