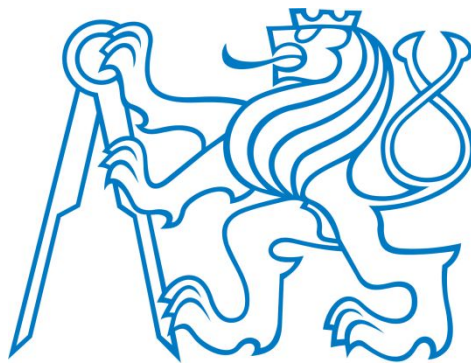


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



SOBĚSTAČNÝ DŮM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. MARKÉTA FRAŇKOVÁ

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D

leden 2017



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Fraňková Jméno: Markéta Osobní číslo: 395762

Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Soběstačný dům

Název diplomové práce anglicky: Self - sustainable house

Pokyny pro vypracování:

Rešerše soběstačných domů v ČR, kvalita vnitřního prostředí soběstačného domu

Návrh soběstačné apartmánové jednotky pro čtyřčlennou rodinu - analýza možných variant řešení systémů technických zařízení budov (vytápění, větrání, vodní hospodářství, odpadní hospodářství, elektrická energie - vybavení objektu, FV systém; bilanční výpočty), posouzení/vyhodnocení variant a projektová dokumentace zvolené varianty (půdorysy, schemata zapojení, situace). Vyjádření efektivity a přínosu vybraného řešení.

Seznam doporučené literatury:

Kamil Staněk, Fotovoltaika pro budovy, Grada

Karel Srdečný, Energeticky soběstačný dům, Era

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing.Zuzana Veverková, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 13.10.2016

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

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“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

České Budějovice, 8.1.2017

Markéta Fraňková

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat všem, kteří byli součástí této diplomové práce. Na prvním místě bych chtěla poděkovat své vedoucí diplomové práce paní Zuzaně Veverkové za velkou ochotu při všech konzultacích. Také bych chtěla poděkovat mému příteli za pomoc při formátování diplomové práce a Evičce Hromádkové a Evičce Filipové za korekturu.

Musím ještě poděkovat dalším lidem bez kterých by nebyla diplomová práce kompletní: rodině Jarošových za ochotu při návštěvě v jejich domě, Honzovi Křivonožkovi za emailovou konzultaci, firmě Asio, konkrétně Janu Vackovi za telefonní konzultace ohledně vodního a odpadního hospodářství v soběstačných objektech.

1	Úvod	- 8 -
2	Soběstačnost	- 10 -
3	Rešerše soběstačných domů v České republice	- 10 -
3.1	Nezávislý dům	- 11 -
3.1.1	Technické zařízení domu	- 12 -
3.1.2	Fotogalerie Nezávislého domu	- 13 -
3.2	Ostrovní dům Praha	- 15 -
3.2.1	Dispozice ostrovního domu	- 16 -
3.2.2	Konstrukce domu	- 17 -
3.2.3	Technické zařízení domu	- 18 -
3.3	Přírodní stavitelství	- 20 -
3.3.1	Technické zařízení přírodního stavitelství	- 21 -
3.3.2	Příklad soběstačného domu - přírodní stavitelství	- 21 -
3.4	Kvalita vnitřního prostředí soběstačného domu	- 23 -
4	Návštěva v domě Zionfarm	- 24 -
4.1	Popis domu	- 24 -
4.2	Technické řešení domu	- 26 -
4.2.1	Voda	- 26 -
4.2.2	Teplo	- 27 -
4.2.3	Elektřina	- 27 -
4.3	Funkčnost domu	- 29 -
5	Návrh soběstačné apartmánové jednotky pro čtyřčlennou rodinu	- 31 -
5.1	Soutěž Český ostrovní dům 2016	- 31 -
5.2	Zadání	- 31 -
5.2.1	Parcela	- 32 -
5.3	Architektonický návrh	- 33 -
5.3.1	Konstrukce domu	- 36 -
5.3.2	Kapacitní údaje	- 39 -
5.4	Výsledek technického řešení v rámci soutěže Český ostrovní dům 2016 ...	- 40 -
5.4.1	Provozní a energetická koncepce	- 40 -
5.4.2	Elektřina	- 40 -
5.4.3	Voda	- 45 -
5.4.4	Teplá voda	- 46 -
5.4.5	Kanalizace	- 47 -
5.4.6	Větrání	- 48 -

5.5	Vstupní data Software Energie 2016.....	- 49 -
5.5.1	Analýza spotřeby elektrické energie v ostrovním domě	- 50 -
5.6	Vyhodnocení návrhu ze soutěže ČOD	- 51 -
5.6.1	Letní stabilita	- 51 -
5.6.2	Fotovoltaický systém.....	- 52 -
5.6.3	Výpočty soutěžního návrhu	- 55 -
5.6.4	Klady a zápory soutěžního návrhu.....	- 56 -
5.7	Analýza možných variant řešení TZB.....	- 57 -
5.7.1	Porovnání různých zdrojů tepla	- 57 -
5.7.2	Porovnání orientace a natočení FV panelů	- 59 -
5.7.3	Porovnání variant při navýšení počtu akumulátorů	- 63 -
5.7.4	Zhodnocení přístupu k odpadnímu hospodářství.....	- 65 -
5.7.5	Zhodnocení přístupu k vodnímu hospodářství	- 66 -
5.7.6	Vyhodnocení návrhu větrání.....	- 66 -
6	Konečný návrh	- 68 -
6.1	Vytápění.....	- 68 -
6.2	Elektřina.....	- 70 -
6.3	Vodní a odpadní hospodářství	- 73 -
6.4	Větrání	- 75 -
7	Závěr	- 76 -
8	Použitá a doporučená literatura.....	- 78 -
8.1	Seznam grafů	- 80 -
8.2	Seznam tabulek	- 80 -
8.3	Seznam obrázků	- 80 -
8.4	Přílohy	- 82 -

Anotace

Tato diplomová práce se věnuje návrhu technického zařízení v rodinných domech vzhledem k soběstačnému stylu života. První část se zabývá jednotlivými příklady v České republice, které ukazují, jak fungují již postavené soběstačné rodinné domy a jak se v nich žije. V rámci první části je popsána i návštěva soběstačného domu a osobní pohled lidí, kteří již soběstačně žijí. Druhá část se zabývá návrhem soběstačné apartmánové jednotky ve stylu rodinného domu, jednotlivými analýzami různých variant a celkovou smysluplností cesty k soběstačnosti.

Klíčová slova: soběstačnost, jednoduchost, ostrovní elektrárna, fotovoltaická elektrárna, obnovitelné zdroje energie

Annotation

This dissertation is focused on a project of technical appliances in family houses in relation to self-sufficient lifestyle. The first section describes examples of ready built self-sufficient houses, means by which they function and quality of their residence in the Czech Republic. Furthermore, the first section depicts a visit to this type of house including personal opinions of tenants who already practice this type of lifestyle. The second section is concerned with a specific project of a self-sufficient family suite, as well as individual analyses of its possible architectural variants and the overall value of the path to self-sufficient households.

Key words: self-sufficiency, simplicity, insular plant, photovoltaic plant, energy renewable resources

1 Úvod

Obnovitelné zdroje energie jsou stále častějším tématem mnoha debat ve společnosti. Řeší se ve spojitosti se životním prostředím, se soběstačností či s konzumním životem dnešní společnosti. Obnovitelné zdroje mají různou podobu např. tepelné čerpadlo či solární kolektory nebo v dnešní době mnohem více se rozmáhající fotovoltaické panely. Lidé chtějí využívat elektrickou energii, kterou si sami vyrobí. Fotonvoltaický systém se může navrhovat jako tzv. poloostrovní nebo ostrovní systém. V dnešní době se již nenavrhují fotovoltaické elektrárny, které veškerou vyrobenou elektřinu posílají pouze do sítě. Poloostrovní systém využívá elektrickou energii vyrobenou z fotovoltaiky a pokud je energie nedostatek, vezme si zbytek z elektrické sítě. V poloostrovním systému není nutné použití akumulátorů. Ostrovní systém se využívá nejčastěji v místě, kde není možnost napojení na veřejnou síť a vybudování přípojky by bylo finančně náročné. Častým příkladem jsou chatové oblasti, kam nevedou žádné elektrické sítě. Dříve lidé využívali k výrobě elektřiny pouze elektrocentrálu, dnes se začíná více rozmáhat fotovoltaická ostrovní elektrárna. Ostrovní systém funguje za pomoci fotovoltaických panelů, měniče a akumulátorů energie. Akumulátory jsou nejnákladnější položkou celého systému. Ve většině případů se při návrhu ostrovního systému počítá s druhotným zdrojem elektřiny, v ostrovním režimu nejčastěji v podobě elektrocentrály. Elektrocentrála slouží pro období, kdy je slunečního svitu nedostatek.

Ostrovní elektrárny nejsou již pouhým příkladem chatových oblastí. Lidé se více zabývají tím, jak žijí, kde a kolik čeho spotřebovávají či jaký vliv má jejich činnost na životní prostředí. Mluví se o tzv. blackoutu (výpadek dodávky elektřiny z veřejné sítě) a co by po něm následovalo. To může některé lidi vést právě k tendenci žít soběstačným neboli ostrovním životem a nebýt závislý na okolí.

Ekonomická stránka ostrovní elektrárny není nijak příznivá, ale návratnosti se dosáhne, pokud se systém navrhuje důmyslně a promyšleně. Návratnost se zvyšuje na základě počtu akumulátorů a celkové ceně celého systému.

Cílem této práce je zjistit smysl zcela soběstačných domů, myšleno domů bez jakékoliv přípojky (elektrická síť, vodovodní řád a veřejná kanalizace) a zda lze po stránce technického zařízení budov uvažovat o soběstačnosti, a jaké omezení přináší. Na základě první části diplomové práce v kapitolách 2 Soběstačnost, 3 Rešerše soběstačných domů v České republice a kapitole 4 Návštěva v domě Zionfarm, bude

zjištěno jaké typy soběstačných/ostrovních/off-grid¹ domů můžeme nalézt v České republice a jaká technická řešení jsou navržena v jednotlivých typech objektů a jaká úskalí přinášejí na základě zkušeností obyvatel. Jednotlivé příklady přinesou příběhy lidí, kteří si zvolili bydlení off-grid z určitého přesvědčení a snahy vymanit se z dnešní konzumní společnosti. V rámci první části v kapitole 4 Návštěva v domě Zionfarm je popsána i návštěva jednoho off-grid domu, kde byla zjišťována kvalita vnitřního prostředí objektu a kvalita života v něm.

V druhé části diplomové práce je navržena soběstačná apartmánová jednotka ve stylu rodinného domu. Zde se vyhodnocuje soutěžní návrh technického zařízení ze soutěže Český ostrovní dům, zjišťuje se kvalita celého návrhu a na základě vyhodnocení se upravují jednotlivé parametry technického zařízení budovy. Analyzuje se nejideálnější zdroj tepla, nejvýhodnější umístění fotovoltaických panelů, množství akumulátorů, nejúspěšnější přístup k vodnímu a odpadnímu hospodářství atd. Na konci je vybraná nejideálnější varianta ze všech analýz a následné zamyšlení nad smysluplností soběstačných budov.

Druhá část této diplomové práce vychází ze soutěžního návrhu Český ostrovní dům 2016, který navrhly Tereza Čivrná (architekt projektu) a Markéta Fraňková (TZB, autor této práce).

¹ off-grid - dům bez přípojky

2 Soběstačnost

V dnešní době je možné se doslechnout o příkladech soběstačných či ostrovních domech. Je vždy nutné se zabývat tím, proč se daný objekt jmenuje soběstačný či ostrovní. Definice slova soběstačnost je z velké části spíše filozofická otázka. Do jaké míry má smysl žít soběstačně, proč by si měl člověk zvolit tuto cestu či zda má tento směr vůbec smysl v dnešní společnosti. Někteří lidé si volí soběstačný život jako útěk od konzumní společnosti. Je vždy nutné přistupovat k soběstačnosti s určitým odstupem, jelikož v příkladech v České republice je vždy určité ale, které podkopává celý přístup k soběstačnosti jako je např. elektrocentrála nebo plynová bomba na vaření.

Tato diplomová práce se zabývá soběstačností vzhledem k bydlení a využívání různých energií v domě. Je samozřejmé, že stoprocentní soběstačnost nemá zcela relevantní opodstatnění. Rodina/člověk by si musela být schopná vypěstovat dostatek jídla, mít dostatek pitné vody, a to vše ještě s ohledem na životní prostředí. Otázka soběstačnosti v bydlení je již smysluplnější v rámci míst, kde není možné nejen napojení na elektrickou síť, ale i na veřejnou kanalizaci či možnost připojení na vodovodní řád. Proto je nutné přistupovat k soběstačnosti s určitou pokorou a uvědomovat si, co v dnešní době smysl má a co nikoliv.

3 Rešerše soběstačných domů v České republice

Uvedené ukázky soběstačných domů jsou pouze rodinné domy a jejich vnitřní komfort se liší podle požadavků obyvatel.

Soběstačným objektem nemusí být vždy jen rodinný dům. Ve světě lze najít různé snahy o vytvoření soběstačných nebo ostrovních bytových domů či administrativních budov. Může se jednat pouze o ostrovní objekt, kdy dům vyrábí elektrickou energii pro svou spotřebu a má druhotný záložní zdroj elektrické energie, ostatní přípojky jsou klasické, veřejné.

Tato diplomová práce se zaměřuje pouze na soběstačnost malých objektů charakteru rodinných domů.

Všechny níže zmiňované ukázky jsou soběstačné pouze do jisté míry. Vždy by bylo na diskuzi, co všechno a do jaké míry je a není soběstačné.

3.1 Nezávislý dům

V případě Nezávislého domu se jedná o rekonstrukci, kdy byl objekt koupen nynějšími majiteli a předělán na soběstačný dům pro trojčlennou rodinu. Dům se nachází v Plzeňském kraji poblíž vesnice Mesno. Stavba se nachází uprostřed lesa, nejbližší vesnice je vzdálená jeden kilometr. Dům sloužil dříve jako hájovna s vlastním zdrojem vody a bez elektřiny.

V tomto Nezávislém domě žije manželský pár již přes dva roky. Jejich volba žít soběstačně jim přinesla mnoho poznatků, o něž se rádi podělí s ostatními, kteří chtějí začít žít stejným způsobem. Mají vlastní blog, kde sdílí své zkušenosti. Jejich největším problémem nebyla, jak by se mohlo zprvu zdát, elektřina, ale problém s pitnou vodou. Po prvním roce, kdy bylo velké sucho, jejich zdroj pitné vody vyschl a neměli šanci získat jiný zdroj a museli si nechat dovézt cisternu s pitnou vodou z nejbližší vesnice.

Jejich desatero soběstačnosti:

1. motivace,
2. časová nezávislost,
3. pracovní nezávislost,
4. minimalizace životních nákladů a finanční nezávislost,
5. nezávislost na věcech,
6. potravinová soběstačnost,
7. pracovitost,
8. šetrný přístup k přírodě,
9. přizpůsobení se zdrojům,
10. minimalizace odpadů, (1)

3.1.1 Technické zařízení domu

„V současné době se nacházíme v etapě, kdy jsme zcela soběstační ve spotřebě elektřiny, vody a tepla. Všechny tyto zdroje nám poskytuje příroda a my se zcela podřizujeme jejím možnostem. Elektřinu nám poskytuje slunce, teplo dříví z okolního lesa, teplou vodu dřevo i slunce. Pitnou vodu pramen ve studni, užitkovou dešťovou a voda z krajiny.“ (1)

Jejich spotřeba elektrické energie, pitné vody i teplé vody byla minimalizována způsobem užívání celého objektu. Splachují dešťovou vodou, kterou předtím přefiltrovali od větších nečistot. Dešťovou vodu používají i na praní, pitnou vodu získávají ze studně, kterou mají na pozemku. K získání pitné vody ze studně je zapotřebí elektrické energie pro chod domácí vodárny. Jako zdroj tepla a teplé vody slouží dřevo z lesa.

Pro snížení spotřeby elektrické energie používá rodina pouze minimum spotřebičů. např. pračku mají napojenou přes trojcestný ventil na teplou vodu, což snižuje spotřebu elektrické energie při praní prádla, protože si pračka nemusí ohřívat vodu pomocí elektřiny.

Je nutné zmínit, že dům není soběstačný v plném slova smyslu. Z větší části roku využívá dům pouze elektrickou energii z fotovoltaické elektrárny, která je umístěná na střeše domu a také na střeše dílny, kam byla přidána po roce užívání stavby. Výkon elektrárny celkově přesahuje spotřebu celého domu za rok, ale v průměru za měsíc fotovoltaika nepokryje všechny měsíce dostatečně.

Vznikají zhruba tři měsíce v roce, kdy by byla budova bez elektrické energie. V tuto chvíli přichází na řadu benzínová centrála. Benzínovou centrálu nelze považovat za soběstačný zdroj elektrické energie.

3.1.1.1 Ostrovní systém

Fotovoltaická elektrárna je navržena jako ostrovní, kde FV panely jsou umístěné na střeše. Všechny spotřebiče v domě jsou na střídavé napětí 230 V, proto je nutnost mít v budově měnič a domovní rozvaděč. V systému mají umístěné akumulátory, které slouží k překlenutí bezslunečních dní.

Špičkový výkon FV elektrárny přesahuje spotřebu celého domu. Vše je z důvodu umístění budovy uprostřed lesa. Pro tento objekt by stačilo skoro poloviční množství

panelů, ale kvůli stínění stromů muselo být přidáno, aby výkon pokryl aspoň většinu spotřeby během roku.

Dále mají v systému umístěn solární regulátor, který řídí množství energie, které proudí do baterií, čímž je chrání před přehříváním a poškozením. Pokud nevystačí energie ze slunečního svitu a z akumulátorů, přichází na řadu benzínová centrála.

Obyvatelé domu přizpůsobují svůj život počasí a celému provozu domu. Majitel Karel Otýs v rozhovoru pro Český rozhlas řekl, že přizpůsobení tkví např. v ručním zapínání benzínové centrály. Mohou se podívat na počasí, mohou se uskromnit ve spotřebě elektřiny a až poté může přijít na řadu centrála.

„Stav disponibilní energie nám ukazuje přístroj pod názvem battery monitor, který v procentech ukazuje, kolik energie máme v akumulátorech k dispozici, tak vím, jak dlouho ještě vystačíme a jak se máme energeticky chovat v dalších dnech. Kouknu na stav akumulátorů, na výhled spotřeby a na počasí a podle se rozhodneme, zda je nutno zapnout centrálu nebo stačí dočasně omezit spotřebu a počkat až bude svítit a baterie se dobijí ze slunce. Takovýto přístup nám umožňuje upravit svoji spotřebu energie možnostem zdroje a žít více v souladu s možnostmi, které nám dává příroda.“ (1)

3.1.2 Fotogalerie Nezávislého domu



Obrázek 1 - Nezávislý dům s FV panely na střeše (1)



Obrázek 2 - Pohled na obě budovy Nezávislého domu (1)



Obrázek 3 - Nádrže na dešťovou vodu (1)



Obrázek 4 - Domácí vodárna (1)



Obrázek 5 - Měnič (vpravo nahoře) a baterie (vpravo dole) (1)

3.2 Ostrovní dům Praha

V případě ostrovního domu Praha se jedná o jiný typ soběstačného domu než v předešlém případě. Jedná se o novostavbu z roku 2002, kdy byl od začátku jasný záměr postavit soběstačný/off-grid dům. Proto i dispozice a architektonický návrh byly od počátku pojety jiným způsobem.

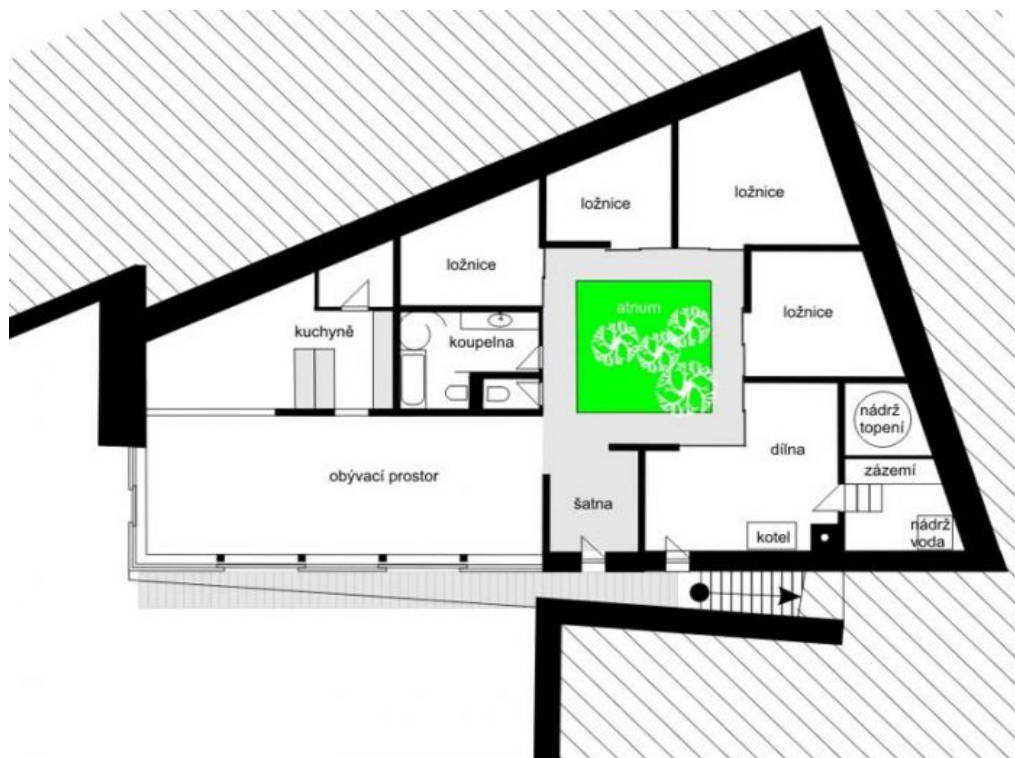


Obrázek 6 - Pohled na dům z ulice (2)

Parcela se nachází na okraji Prahy uprostřed přírody. Parcela je bez sítí, což pro záměr soběstačného domu bylo ideální a odůvodnitelné.

3.2.1 Dispozice ostrovního domu

Jelikož se mohlo stavět pouze v severozápadním rohu parcely, musela se dodržet ochranná pásma, půdorys je výsledkem všech omezení.



Obrázek 7 - Půdorys domu (2)

Dispozice byla zvolena jako jednopodlažní bungalov s okny pouze na jih a celý dům je částečně zahrnutý zeminou. Velká prosklená okna jsou umístěná pouze v obývacím prostoru, osvětlení ostatních obytných místností je zajištěno pouze společným atriem na chodbě a částečně prosklenými dveřmi do jednotlivých pokojů.



Obrázek 8 - Atrium domu - jediné osvětlení vnitřních pokojů (2)



Obrázek 9 - Jižní prosklená část - vstup do obývacího pokoje (2)



Obrázek 10 - Pochozí zelená střecha (2)

3.2.2 Konstrukce domu

Celý dům je vyžděný z betonových tvárnic a železobetonové desky podlahy a stropu. Střecha je zelená s 300 mm zeminy. Zemina na střeše pomáhá pokrýt teplotní extrémy v zimě i v létě. V zimě pomáhá snižovat potřebu na vytápění a v létě brání proti přehřívání.

Nejen zemina slouží k akumulaci energie, i z toho důvodu jsou stěny a podlaha ze železobetonu. Tepelnou izolaci domu tvoří polystyren, tloušťka izolace je 200 mm. Extrudovaný polystyren je umístěn na betonové desce, aby nevznikaly zbytečné tepelné mosty směrem do zeminy. (2)

Jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole, místností s největší prosklenou plochou je obývací pokoj s kuchyní, jenž je orientovaný na jih.

3.2.3 Technické zařízení domu

Dům nemá žádnou přípojku a je tedy v určitém smyslu soběstačný. Proč pouze v určitém smyslu je více rozvedeno v podkapitole 3.2.3.2 Elektřina.

3.2.3.1 Teplo

Zdroj tepla je zajištěn pomocí kotle na dřevo s akumulací do nádrže. Dále je v domě umístěna krbová vložka a taktéž pomocí rekuperace se udržuje v domě příjemná teplota. Dům je navržen tak, aby využíval tepelné zisky z jižní prosklené stěny.

3.2.3.2 Elektřina

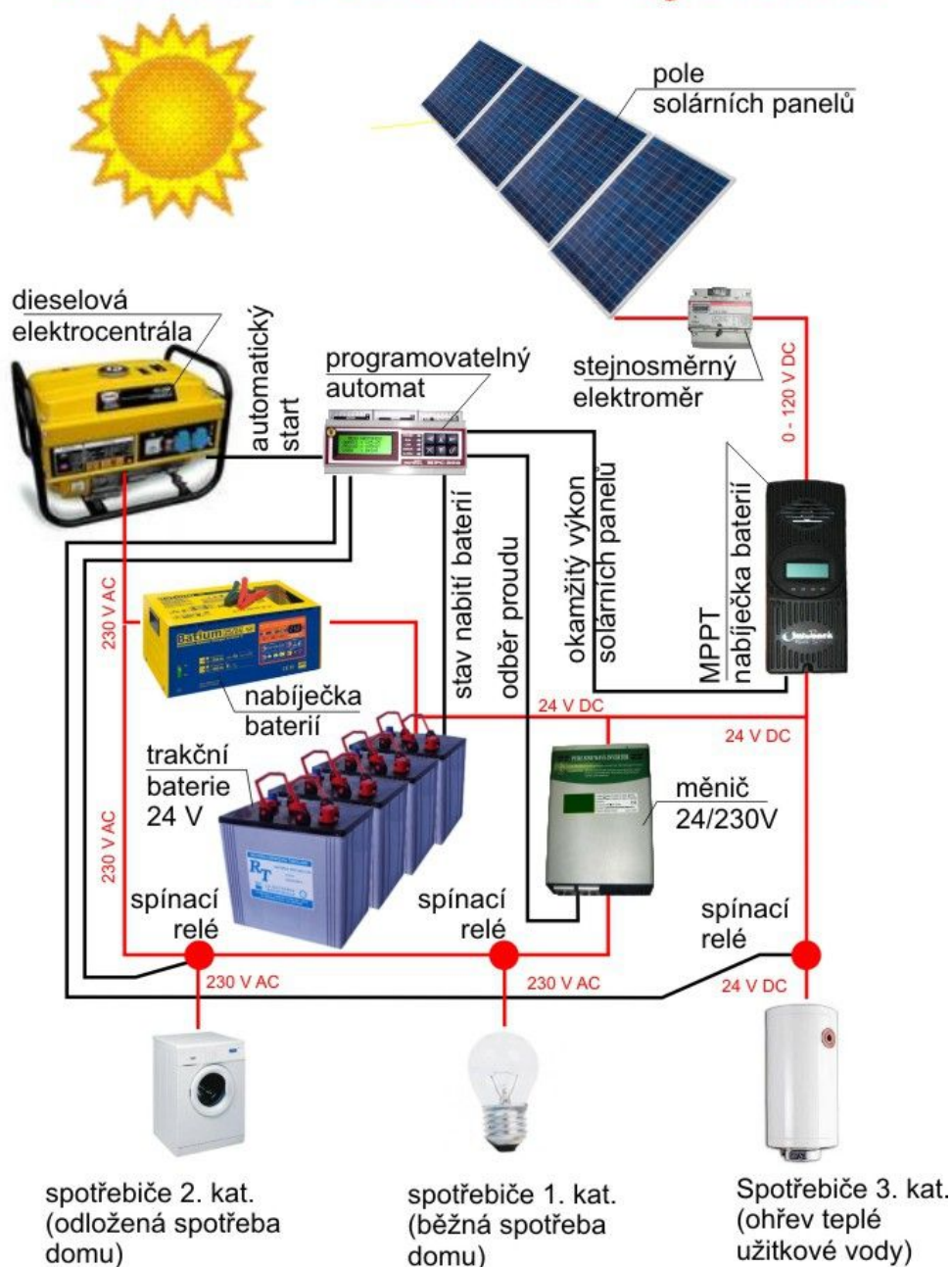
Elektřina je získávána z fotovoltaické elektrárny, která má výkon 2,5 kWp. Panely jsou z amorfního křemíku, dále systém tvoří měnič, baterie na 24 V. Panely jsou umístěné vodorovně, což snižuje výkon elektrárny hlavně v zimě.

Pokud v zimě FV elektrárna nestačí nabít baterie a je nutná elektrická energie, je zapotřebí zapnout elektrocentrála na naftu. Centrála pracuje za rok okolo 200 hodin, což je zhruba 140 l nafty.

Úspory v ostrovním domě jsou zajištěny snížením spotřeby elektrické energie. V tomto případě byla zvolena pračka s přívodem teplé vody, vaření na plynovém sporáku na propan-butanu (opět přichází na řadu otázka, co je ještě soběstačné). Rychlovarná konvice v ostrovním domě není. V domě je instalované úsporné osvětlení ve formě LED žárovek. Další omezení vzniklo u spotřebičů, které mají velký příkon. Důležité je např. čerpání z hlubokého vrtu ponorným čerpadlem o příkonu 1200 W do nádoby, zapíná se pouze v době s dostatkem elektrické energie. Tato velká nádoba se plní jednou za dva dny, odtud se pak voda dostává pomocí menšího čerpadla do domácí vodárny.

I přes určitá omezení a podrobný návrh ostrovního systému vzniká v domě stav, kdy je nutné elektřinu získat jiným způsobem, a to prostřednictvím elektrocentrály. Centrála je důležitá pro životnost baterií, aby se příliš často nevybíjely. Systém je automatický, sleduje výkon jednotlivých spotřebičů a zapíná/vypíná elektrocentrálu. Byl rozdělen do tří okruhů s různým napětím. Také byla spočítána hrubá spotřeba v zimě, která vyšla na 2,5 - 3 kWh.

schema ostrovního systému



Obrázek 11 - Schéma zapojení FV elektrárny (2).

3.2.3.3 Vodní a odpadní hospodářství

Pitnou vodu mají zajištěnou z vrtu pomocí ponorného čerpadla. Voda se přečerpává do velké nádrže jednou za dva dny, aby se šetřila elektrická energie a využívala se v době, kdy je jí dostatek. Z velké nádrže se dalším čerpadlem přečerpává voda do okruhu domácí vodárny. Odpadní voda odtéká do jímky na vyvážení a dešťová voda se likviduje vsakováním na pozemku.

3.2.3.4 Větrání

Větrání je zajištěno rekuperační jednotkou, jedná se o jeden z největších spotřebičů elektřiny v domě. V tomto domě se využívá jednotka pouze pro větrání ložnic, jež nemají žádná okna. Vzduch se točí periodicky vždy v noci.

3.3 Přírodní stavitelství

V přírodním stavitelství se zaměřují více na staré hodnoty staveb. Nechtějí používat dnes již klasické technické postupy a zařízení jakou rekuperační jednotky, tepelná čerpadla, různé typy chlazení apod. Zároveň zcela nepopírá nové technologie, neupínají se pouze ke starým hodnotám, zaměřují se na celkovou vnitřní spokojenost a zdraví člověka v budově.

„Domy, které spotřebují jen minimum energie, a přesto nabízejí všechen myslitelný luxus, začínají být na západ od našich hranic velkým hitem.“ (3)

Je samozřejmé, že přírodní stavitelství využívá přírodních materiálů. Snaží se při návrhu vyhýbat materiálům, které obsahují formaldehyd, lepidla a jiné chemické látky. V dnešní době existuje již více firem, společností či sdružení, kteří nabízejí stavbu pomocí přírodních materiálů. Využívá se např. izolace ze slaměných balíků, izolace z ovčí vlny, hliněné omítky a cihly, nepálené cihly či rákos.

V přírodním stavitelství se může využít i např. některých odpadů. Přírodní stavitelství není jenom o soběstačných domech. Staví na zakázku i domy nízkoenergetické, které jsou napojeny na síť, vodu i kanalizaci.

Pokud mluvíme o soběstačném domě v přírodním stavitelství často se můžeme setkat s tzv. osadami, kde více objektů sdílí např. jeden zdroj elektrické energie či jednu jímku na vyvážení. Při návrhu domu se respektují světové strany, akumulace tepla do hlíny či kamenů. Zateplení probíhá pomocí přírodních izolací (konopí, ovčí vlna, sláma atd.).

Přírodní stavitelství navrhuje soběstačné domy podle několika pravidel. Často se využívají kamna na dřevo jak na vaření, tak i na vytápění domu. Dále se často navrhuje akumulční nádrž na dešťovou vodu, akumulace tepla do hmoty, studna s možností ruční pumpy, fotovoltaická nebo větrná elektrárna se záložními bateriemi či zimní zahrada, která slouží jako zdroj zeleniny. (4)

3.3.1 Technické zařízení přírodního stavitelství

Jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole, využívá se přírodních materiálů. Ohledně technického zařízení se nejčastěji používá akumulční pec jako zdroj tepla, velmi propracovaný je i systém hospodaření s pitnou vodou, která se často využívá několikrát. Na splachování a zalévání používají dešťovou vodu.

V ekodomě se snaží minimalizovat množství rozvodů, nejenom elektřiny, ale i vody. Inspirují se v zemělodi od Michaela Reynoldse, ale přizpůsobují tento typ stavby našim podnebným podmínkám.

3.3.2 Příklad soběstačného domu - přírodní stavitelství

Jedná se o návrh rodinného domu s inspirací v jing jang.



Obrázek 12 - Vizualizace rodinného domu (5)

Na obrázku 12 můžete vidět vizualizaci soběstačného domu. Dále pokračují schémata jednotlivých systémů v domě. Na obrázku 13 níže je vidět schéma vody a její celkové recyklace v domě. V domě se využívá přirozeného tlaku pomocí umístění vodárny v horním patře, díky níž není nutná elektrická energie k tlaku ve vodovodu domu. Pitná voda je získávána pomocí destilace a reverzní osmózou.



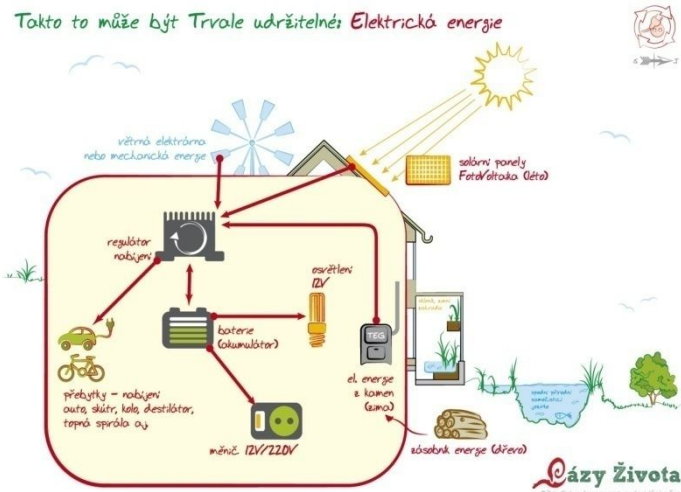
Obrázek 13 - Schéma vody (5)



Obrázek 14 - Schéma vytápění a cirkulace vzduchu v zimě (5)

V zimě je využita tzv. Trombeho stěna² a tepelné zisky přes skleník na jižní straně. Z druhé severní strany je tzv. chladník a přívod vzduchu je přes zemní registr, kde se vzduch ohřeje na vyšší teplotu, jde přes sklep a dále do budovy. Proudění vzduchu je podpořeno malou lokální větrací jednotkou.

² Trombeho stěna - „20-40 cm silná stěna z těžkého, dobře vodivého materiálu, povrch stěny je natřen tmavou barvou. Dopadající sluneční záření zahřívá tmavý povrch stěny a teplo je vedeno materiálem stěny dovnitř.“ (25)



Obrázek 15 - Schéma elektrické energie (5)

Elektrická energie je vytvářena pomocí FV panelů a větrné elektrárny, malou část elektrické energie zajišťuje tzv. TEG generátor, který vytváří elektrickou energii pomocí tepla. V celém systému nemůže chybět regulátor nabíjení, baterie a měnič.

3.4 Kvalita vnitřního prostředí soběstačného domu

Pokud bychom se zaměřili na kvalitu vnitřního prostředí soběstačných domů na základě předešlých příkladů, lze říct, že se kvalita vnitřního prostředí v soběstačném domě neliší od kvality v klasických rodinných domech, které jsou připojené na elektrickou síť, vodovod a kanalizaci. Jsou velmi různorodé. Vždy jde o konkrétní návrh, konkrétní stavbu a místo, zda jde o novostavbu či rekonstrukci a zda využívají vzduchotechniku či nikoliv. K vnitřnímu prostředí v soběstačném domě lze přistupovat s určitým odstupem, kdy uživatel může upřednostnit úspory (elektrické energie, vody apod.) před vyšším komfortem. Tím je možné dům navrhovat na nižší minimální teploty v interiéru, jiné intenzity větrání a jiná omezení, které zdravotně uživateli neublíží, pouze nebudou splňovat požadavky jednotlivých norem.

Pokud chceme dosáhnout vyšší kvality vnitřního prostředí v soběstačném domě, je výhodnější navrhovat novostavbu. Architekt, projektant i investor mohou od začátku spolupracovat a tím dosáhnout lepší kvality vnitřního prostředí. Pokud se jedná o rekonstrukci, je velmi těžké dosáhnout minimálních tepelných ztrát budovy, ideální pozice fotovoltaických panelů na střeše či dostatek vody ze studně na pozemku.

4 Návštěva v domě Zionfarm

Dne 4. června 2016 proběhla návštěva domu rodiny Jarošových. Cílem návštěvy bylo zjistit, jak se žije v domě bez přípojky elektrické sítě, vodovodu i kanalizace.

4.1 Popis domu

Dům se nachází nedaleko vesnice Kakovice v Jihočeském kraji. Dům byl naposledy osídlen po druhé světové válce, poté sloužil jako chata v 80. a 90. letech minulého století a od 90. let byl dům opuštěný a chátral. Při koupi byl v dezolátním stavu.

Žije v něm tříčlenná rodina již sedm let. Předtím byla budova naposledy obydlena po druhé světové válce. Dům leží na samotě, nejbližší vesnice je vzdálena dva kilometry. K domu patří 4,5 ha pozemků a je zcela bez připojení na veřejný vodovod, kanalizaci i na elektrickou síť. Rodina působí velice vstřícně a vyznačuje z nich veliká pohoda.



Obrázek 16 - Stav domu před rekonstrukcí (6)



Obrázek 17 - Dům po sedmi letech užívání (6)

Dům má pět místností – zimní zahradu, chodbu, koupelnu, obývací pokoj s kuchyní a budoucí ložnici. Vstup přes zimní zahradu je umístěn na jih, obývací pokoj s kuchyní je orientován na jihovýchod, koupelna na sever. Konstrukce stěn domu je z pórobetonu a izolace je umístěna uvnitř.



Obrázek 18 - Obývací pokoj (autor)

4.2 Technické řešení domu

4.2.1 Voda

Umístění stavby je pro získání pitné vody ideální, bylo zde totiž objeveno několik pramenů. Ze zkušeností obyvatel bylo zjištěno, že i za největšího sucha je vody stále dostatek. Tento fakt ovšem nemění nic na tom, že se v domě s vodou šetří a přemýšlí se nad její spotřebou. Voda ze studny je dopravována pomocí domácí vodárny, je čerpána do tlakové nádoby o objemu 80 litrů. Podle Františka Jaroše, majitele objektu, je jejich spotřeba okolo 70 litrů denně pro všechny tři členy rodiny.

Pod studnou je vytvořeno jezírko, do kterého je sveden svod ze střechy. Ze střechy jde dešťová voda do sběrných nádrží (objem jedné je 2 000 l), které jsou umístěny ve sklepě. Voda v nádrži slouží pro veškerou spotřebu mimo pití. WC je prozatím řešeno jako pilinový suchý záchod, ale do budoucnosti se počítá s klasickým splachovacím záchodem, který bude umístěn v koupelně domu (pilinový záchod se v této době nachází venku na zahradě), a k jeho splachování se použije voda dešťová.



Obrázek 19 - Studna s pitnou vodou a v pozadí jezírko na zadržování dešťové vody(autor)



Obrázek 20 - Domácí vodárna a nádrž na dešťovou vodu (autor)

4.2.2 Teplo

V domě je počítáno s tepelnými zisky ze slunečního svitu. Na jižní straně je situována většina oken a zimní zahrada, která slouží zároveň jako předsíň. Vytápění je lokální na tuhá paliva - dřevo z vlastního lesa. V kuchyni je umístěn plynový sporák, v obývacím pokoji jsou kamna petry a v koupelně se nachází bratar. Uživatelé spotřebují jednu plynovou bombu o hmotnosti 33 kg za rok.

„Po zavedení elektrického proudu bude v kuchyni sporák s výměníkem. Ve sklepení akumulací nádrž a v místnostech radiátory, aby se snížila spotřeba dřeva na minimum.“ (6)

4.2.3 Elektřina

V období naší návštěvy v červnu 2016 byla fotovoltaická elektrárna nainstalována jen několik týdnů. Předtím obyvatelé používali elektrocentrálu a malý solární systém, který sloužil ke svícení, k napájení antény pro internet, wifi, nabíjení tabletu a telefonů.



Obrázek 21 - FV elektrárna (autor)

V tuto chvíli se jedná o ostrovní systém, kdy je venku u domu umístěno 9 FV panelů. Panely jsou monokrystalické. Celkový špičkový výkon elektrárny je 2,6 kW. Celá elektrárna se dá otáčet a natáčet vůči slunci, ale pouze ručně. Jelikož se život obyvatel točí kolem jejich domu, ruční natáčení jim nevadí. Naopak jsou rádi, že si mohou řídit, jaký výkon elektrárna dokáže vyvinout a vše si koordinovat i podle počasí.



Obrázek 22 - Konstrukce FV elektrárny k natáčení vůči světovým stranám (autor)

Pomocí vyrobené elektřiny nabíjí olověné americké baterie a čerpají vodu z jejich studny do tlakové nádoby.



Obrázek 23 - Baterie a měnič pro ostrovní systém (autor)

Při přebytku elektrické energie se přečerpává voda z nádrží ve sklepě do nádrže, která je umístěna přímo na zahrádce. Spotřeba domu je snižena na minimum, a to nejenom díky minimálnímu počtu spotřebičů nebo pračky s přípojkou na teplou vodu (pračka si sama nemusí pomoci elektrické energie ohřívat vodu), ale také LED osvětlením. Proto manželé Jarošovi doufají, že jim FV elektrárna pokryje i zimní období.

Vše se ovšem ukáže až po první zimě, kdy bude možné spočítat, jaká je skutečná potřeba elektrocentrály.

4.3 Funkčnost domu

Manželé Jarošovi mají v plánu do budoucna vytvořit společnou venkovní kuchyni s jídelnou, solární sprchu, žlaby na mytí nádobí a splachovací záchod. Celé místo působí na člověka velice příjemně. Nespornou výhodou místa je existence kvalitní pitné vody, která je zde i v nejsušším období. Pokud by zde nebyla kvalitní pitná voda, nejspíš by ani dokonalý návrh ostrovního energetického systému nepomohl pro vytvoření zcela soběstačného domu. Dále je velkou výhodou množství pozemků přiléhajících k objektu, které umožňují pěstování různých plodin, těžby dřeva a následné výměny s obyvateli blízké vesnice za jiné zboží.

V době naší návštěvy byl polojasný den. Venku bylo 18 - 23 °C v čase od 10:00 do 13:00. Z informací od obyvatel víme, že se teplota v centrální místnosti (kuchyň/obývací pokoj/ložnice) s orientací na jihovýchod mění v závislosti na době vaření a na základě využívání/nevyužívání kamen v místnosti. V zimě je v místnosti od 18 - 22 °C a vlhkost od 60 - 90%. Vlhkost je prý nejvíce závislá na vaření a

na obsazenosti místnosti, vyprávěl zkušenosti majitel pan Jaroš. Během naší návštěvy se v kuchyni vařil oběd a během tří hodin se vlhkost opravdu změnila od 66 % do 89 %. Pokud se podíváme na kvalitu vnitřního prostředí podle norem, nejsou splněny požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15665/Z1, kdy je požadavek v koupelnách na nárazové větrání určen doporučených 90 m³/h a v kuchyních 150 m³/h. Intenzita větrání bude splněna pouze v době, kdy budou dostatečně otvírána okna a dávka venkovního vzduchu by byla na osobu minimálně 15 m³/h.osoba a celková intenzita větrání by byla minimálně 0,3 1/h.

Obyvatelé v domě žijí již sedm let, nevyhovující požadavky na kvalitu vnitřního prostředí dle platných norem neřeší, jsou rádi za domov bez jakékoliv přípojky a na oplátku obětují chvíle menšího komfortu.

5 Návrh soběstačné apartmánové jednotky pro čtyřčlennou rodinu

V této části diplomové práce bude rozebrán soutěžní návrh pro soutěž Český ostrovní dům 2016 po stránce technického zařízení budov. Bude vyhodnocena kvalita původního návrhu a na základě tohoto vyhodnocení budou vytvořeny analýzy, které budou upravovat původní návrh a hledat nejlepší cestu k technickému zařízení v soběstačném domě.

5.1 Soutěž Český ostrovní dům 2016

První ročník soutěže ČESKÝ OSTROVNÍ DŮM (dále jen ČOD) byl vypsán v rámci Fakulty stavební, ČVUT v Praze a VŠTE v Českých Budějovicích. Soutěž proběhla v letním semestru 2015/2016 a byla tvořena dvěma koly.

Zadání celé soutěže bylo vcelku jednoduché: „Předmětem soutěže je tedy vytvoření vysoce energeticky hospodárného, udržitelného konceptu dvou samostatných off-grid (ostrovních) apartmánových jednotek v kontextu šumavské krajiny. Hledáme další evoluční krok stavby domova, ekologického a šetrného ke svému okolí a planetě. Primárním cílem je soběstačnost, nezávislost na inženýrských sítích, při zachování nejnižší možné potřeby energie.“ (7)

Soutěžní návrh Terezy Čivrné (architekt) a Markéty Fraňkové (projektant technického zařízení domu) skončil celkově na 2. místě. Celá soutěž byla impulsem pro vznik této diplomové práce a soutěžní návrh slouží jako podklad pro další rozpracování v dalších kapitolách.

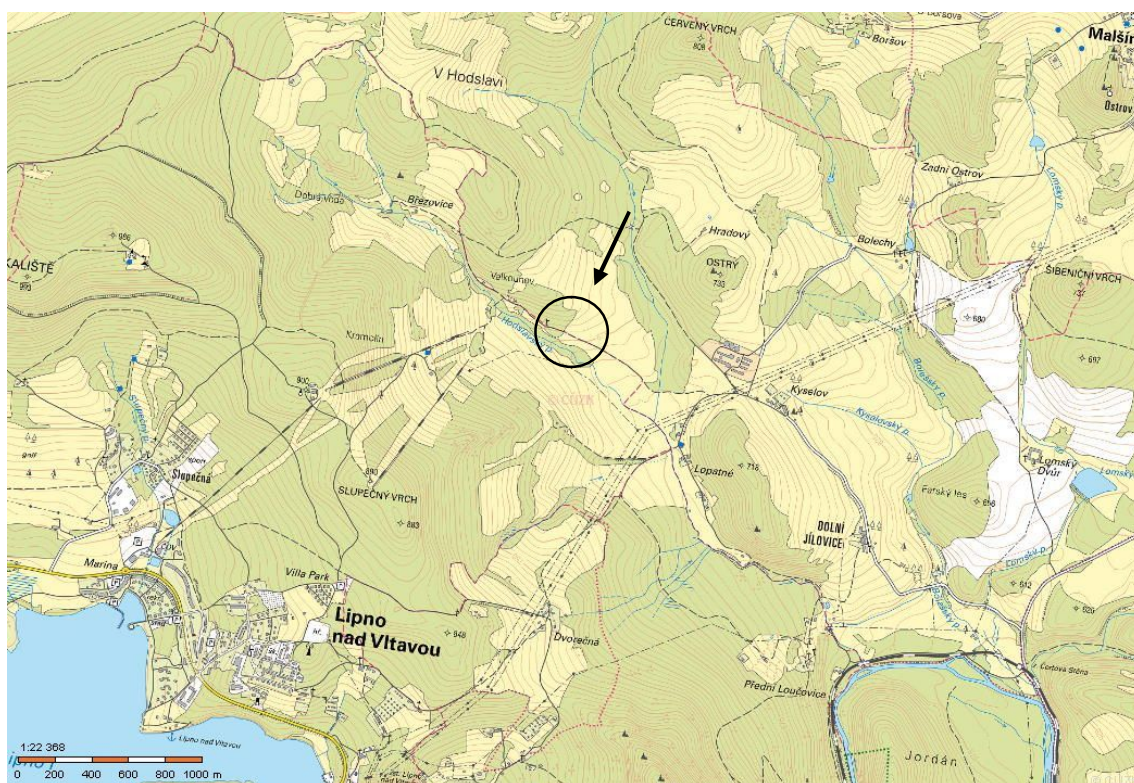
5.2 Zadání

Zadání zcela soběstačného domu vzniklo díky již zmiňované soutěži Český ostrovní dům 2016, která probíhala v období březen – červen 2016. V rámci zadání byla zadaná parcela i celkové podmínky návrhu. Jednalo se o návrh dvou zcela samostatných apartmánových jednotek, které budou navrženy jako rodinné domy pro čtyřčlennou rodinu, u nichž není možné se napojit na žádnou elektrickou síť, ani na kanalizaci, ani na vodovod.

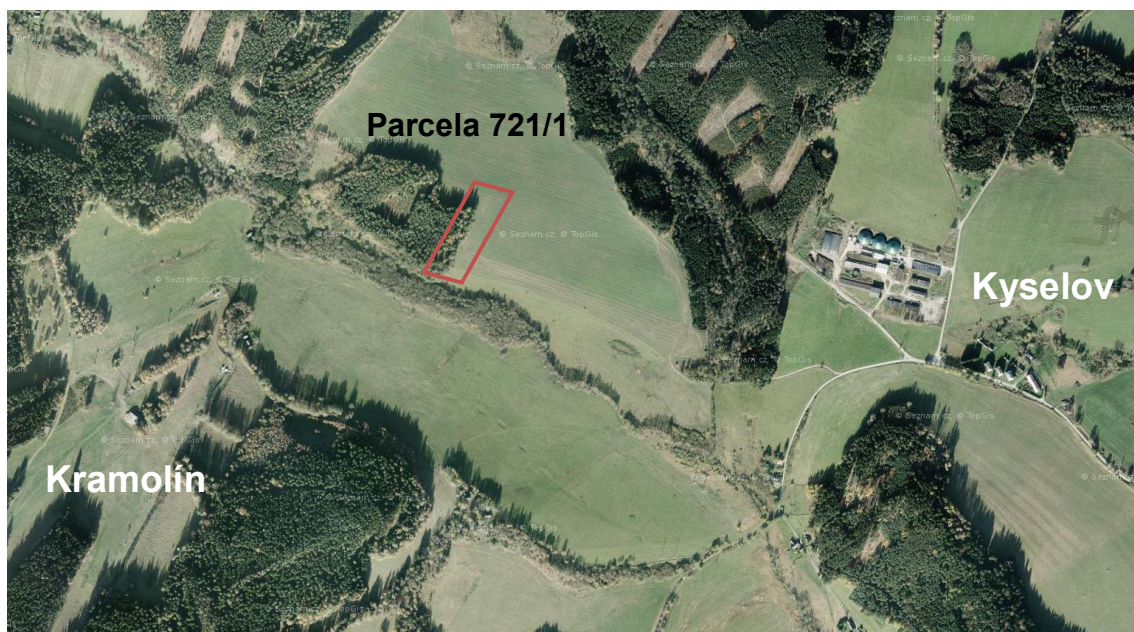
Při návrhu se mělo hledět na ekologii, udržitelnost, soběstačnost a celkový zásah stavby do krajiny, ale zároveň se měl zachovat komfort uživatele. V zadání se počítalo s kvalitní podzemní vodou a tudíž její využití při návrhu vodního hospodářství.

5.2.1 Parcela

Parcela se nachází v jižních Čechách nedaleko Lipna nad Vltavou. V rámci parcely je i les na severní části, celá parcela leží v mírném kopci a nejbližší obydlí se nachází cca.1,5 km.



Obrázek 24 - Mapa parcely z katastru nemovitostí (8)



Obrázek 25 - Parcela 721/1 (9)

5.3 Architektonický návrh

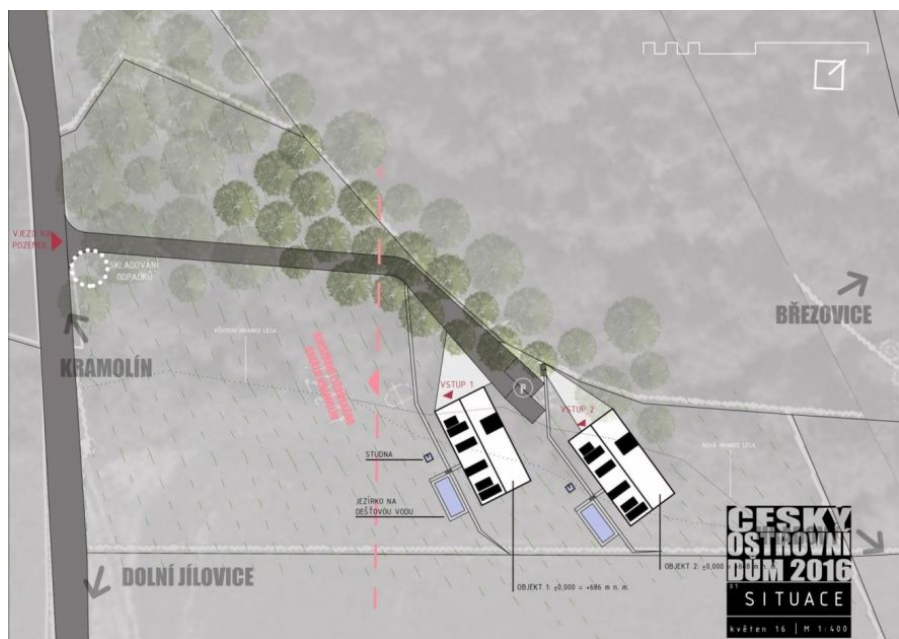
Architektonický návrh byl vytvořen Bc. Terezou Čivrnou a na základě jejího návrhu se pokračovalo při tvorbě technického zařízení domu.



Obrázek 26 - Soutěžní návrh Český ostrovní dům 2016 (10)

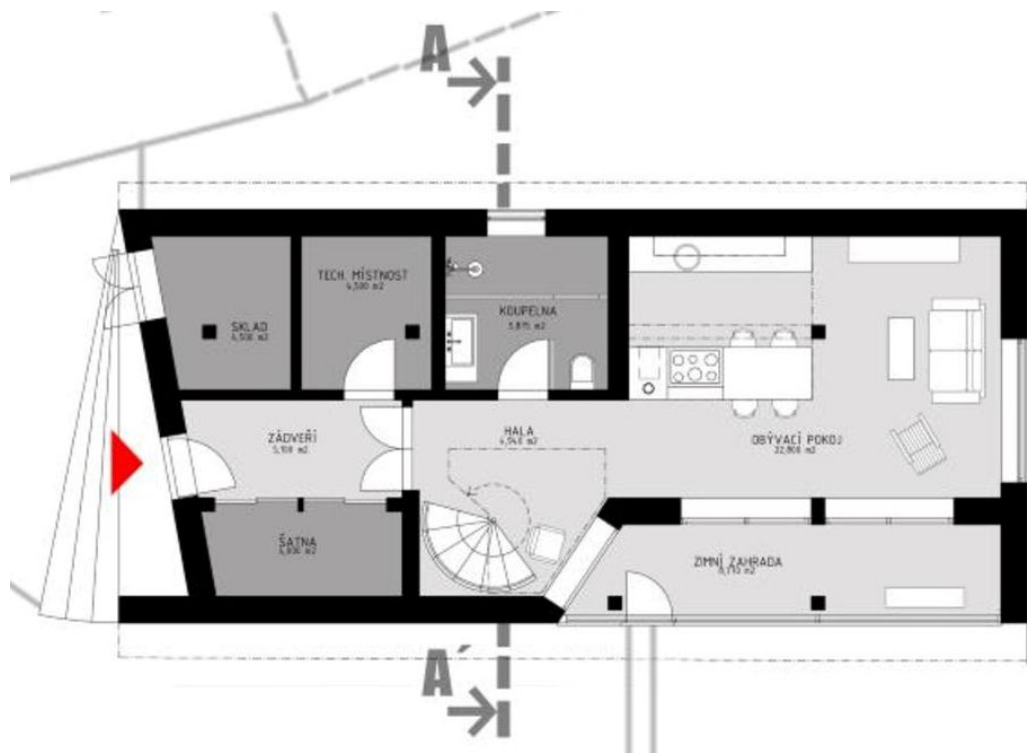
Jedná se o dvoupodlažní objekt s půdorysem 88,5 m² se sedlovou střechou s větším sklonem střechy. Větší sklon střech se odkazuje na tradiční šumavskou architekturu.

Domy jsou umístěny zhruba uprostřed celé parcely a orientovány vůči světovým stranám ideálním způsobem, aby se v domě uplatnilo získávat tepelné zisky ze slunce a zároveň umístit fotovoltaické panely na jižní stranu střechy, respektive na vikýře vystupující ze střechy, které slouží zároveň jako okna pro obytné pokoje v 2. NP.



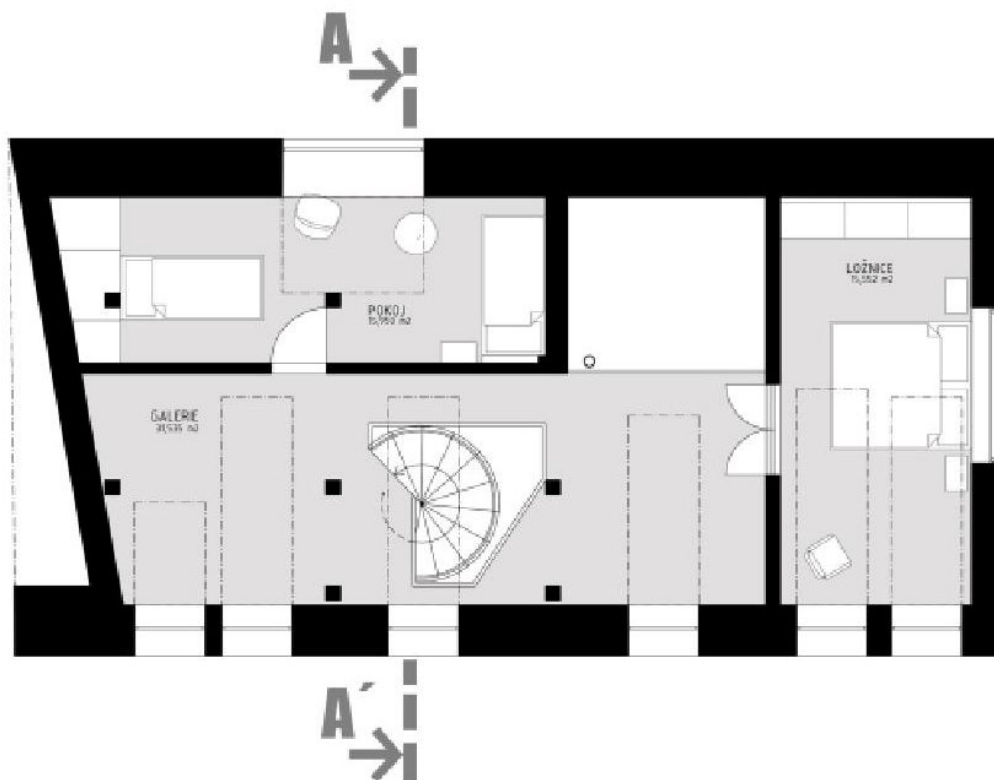
Obrázek 27 - Situace apartmánových jednotek (10)

První podlaží tvoří obytný prostor řešený formou openspace, kde se nachází kuchyňská linka, jídelní stůl a obývací prostor. Jižně od společného obytného prostoru je navržena zimní zahrada. Dále můžeme v prvním podlaží nalézt koupelnu, schodiště, šatnu, technickou místnost a sklad.

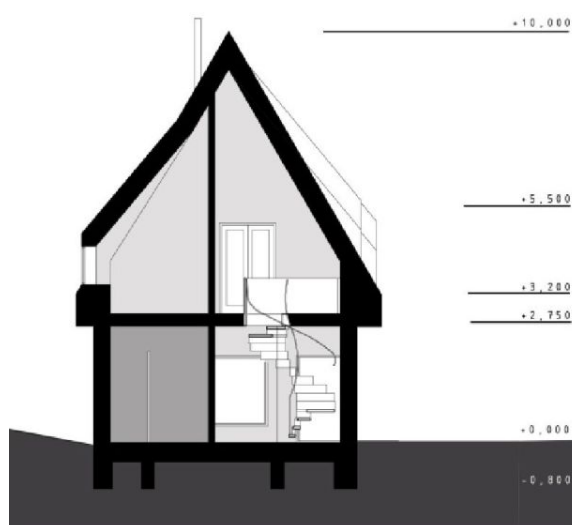


Obrázek 28 - Půdorys 1. NP (10)

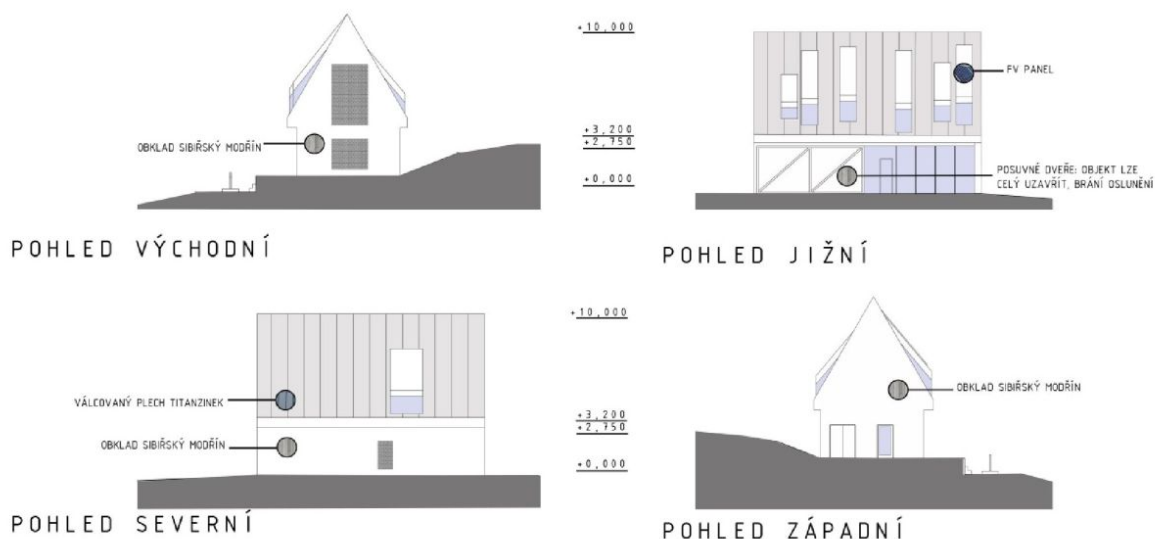
V druhém podlaží se nachází klidová část pro spaní - ložnice a pokoj (dětský pokoj). Galerie u schodiště slouží pro relaxaci, jelikož pokoje jsou zmenšené na minimum. Do ložnice se vstupuje přes lávku, díky které je 2. NP propojené s 1. NP. Ložnice je orientovaná na jihovýchod, dětský pokoj na severozápad.



Obrázek 29 - Půdorys 2. NP (10)



Obrázek 30 - Řez A - A' (10)



Obrázek 31 - Pohledy (10)

5.3.1 Konstrukce domu

Jedná se o dřevostavbu obdélníkového půdorysu. Konstrukční systém je navržen jako skeletový systém. Základy jsou navrženy jako železobetonové pásy o šířce 500 mm a tloušťce 150 mm. Sloupy skeletového systému budou tvořeny z lepeného dřeva třídy GL24h o velikosti 200x200 mm. Sloupy jsou kotveny do základových pasů a uchycené do vodorovného dřevěného průvlaku.

Celý dům je navržen jako dřevostavba, je ovšem počítáno s jednou betonovou stěnou uvnitř dispozice, která slouží jako akumulační stěna pro udržení tepelného komfortu v objektu. Schodiště je široké 900 mm a má třináct výšek. Konstrukce schodiště je tvořena kovovou kostrou, jednotlivé stupně jsou vetknuty do kovového sloupu.

„Stropní konstrukce je tvořena dřevěnými trámy z lepeného dřeva třídy GL24h o průřezu 120 x 200 mm v osové vzdálenosti 625 mm, kotveny na průvlaky pomocí styčnickových desek. Na ně jsou kolmo kladeny OSB desky tl. 22 mm a hobra desky tl. 19mm. Konstrukční výška je 3,000 m.“ (10)

SKLADBA STĚNA	
dřevěný obklad palubkami, sibiřský modřín, tl. 23mm	
dřevěné latě 50/30, tl. 30mm	
větrotěsná folie, lepené spáry	
tepelná izolace CANABEST PLUS + dřevěný rošt, tl. 160mm	
konstrukční desky Fermacell, tl. 12mm	
dřevěný lepený nosný rám GL24h + výplň tepelnou izolací CANABEST BASIC, tl. 200mm	
parobrzdá Fermacell Vapor, přelepené spáry, tl. 12mm	
horizontální dřevěný rošt 40/50, tl. 40mm	
dřevěný obklad palubkami, sibiřský modřín, tl. 12mm	

Tabulka 1 - Skladba stěny (10)

SKLADBA STŘECHA	
válcovaný plech titanzinek, tl. 1mm	
DHF deska, tl. 20mm	
distanční laťování 50/30, tl. 30mm	
větrotěsná folie, lepené spáry	
tepelná izolace CANABEST PLUS + dřevěný rošt, tl. 160mm	
krokve + výplň tepelnou izolací CANABEST BASIC, tl. 200mm	
parobrzdá Fermacell Vapor, přelepené spáry, tl. 12mm	
zavěšený dřevěný rošt 40/50, tl. 40mm	
dřevěný obklad palubkami, sibiřský modřín, tl. 12mm	

Tabulka 2 - Skladba střechy (10)

SKLADBA PODLAHA TERÉN	
laminátové desky QUICK STEP, tl. 15mm	
podkladní pás MIRELON, tl. 10mm	
podlahové OSB desky, tl. 15mm	
hobra deska, tl. 19mm	
izolace CANABEST BASIC, tl. 60mm	
lepený dřevěný rám GL24h, tl. 200mm	
hydroizolace SIKAPLAN WP1100-HL, tl. 2mm	
železobetonová základová deska, tl. 100mm	
štěrkopískový podsyp, tl. 150mm	

Tabulka 3 - Skladba podlahy na terénu (10)

SKLADBA STROP		
laminátové desky QUICK STEP, tl. 15mm		
podkladní pás MIRELON, tl. 10mm		
podlahové OSB desky, tl. 15mm		
hobra deska, tl. 19mm		
kročejová izolace CANABEST PANEL, tl. 30mm		
strovní OSB deska, tl. 22mm		
lepený dřevěný rám GL24h, tl. 200mm		
podkladní OSB deska, tl. 19mm		
dřevěný obklad palubkami, sibiřský modřín, tl. 12mm		

Tabulka 4 - Skladba stropu (10)

Většina povrchů je řešena pomocí obkladu sibiřský modřín. V jednotlivých skladbách je použita konopná izolace. V podlaze je použita také konopná izolace, která má vlastnosti kročejové izolace. Konopná izolace byla zvolena typu CANABEST BASIC.

Okenní otvory byly navrženy jako dřevohliníková okna s přerušovaným tepelným mostem, s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla izolačního trojskla min. $UN = 0,72 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (celkové Uokna max. 0,8) a celoobvodovým kováním.

5.3.2 Kapacitní údaje

KAPACITNÍ ÚDAJE		
Řešený pozemek	m ²	1829
Zastavěná plocha	m ²	88,5
Zpevněné plochy	m ²	140
Procento zastavěnosti pozemku	%	4,837
Užitná plocha	m ²	78
Obestavěný prostor	m ³	505

Tabulka 5 - Kapacitní údaje (10)

Energetická bilance		
Celková energeticky vztážená plocha	m ²	177
A/V	m ² /m ³	0,35
Měrná potřeba tepla na vytápění	kWh/m ² rok	183
Měrná roční potřeba energie	kWh/m ² rok	423
Celková průměrná denní spotřeba energie	kWh	6,8
Celková nejnižší denní spotřeba energie	kWh	3,2
Celková nejvyšší denní spotřeba energie	kWh	10,3
Špička odběru (dle období)	kW	3 - 15
Kapacita baterií	kWh	24

Tabulka 6 - Energetická bilance ze soutěžního návrhu ČOD 2016 (10)

5.4 Výsledek technického řešení v rámci soutěže Český ostrovní dům 2016

Výsledkem technického řešení v rámci soutěže Český ostrovní dům 2016 byl koncept technického řešení v ostrovním/soběstačném domě dle zadání soutěže. Tento výsledek byl použit jako základ pro tvorbu dalších variant v rámci této diplomové práce.

5.4.1 Provozní a energetická koncepce

Soběstačný dům byl navržen s myšlenkou co nejvíce zachovat komfort pro uživatele, při snaze naučit ho přemýšlet nad závislostí na elektřině a konzumem dnešní společnosti. Všechny systémy byly navrženy s největší snahou snížit spotřebu elektrické energie na minimum. V případě nedostatku sluneční energie přichází na řadu akumulací baterie LiFePo₄ s kapacitou 24 kWh a akumulací kamna umístěné v kuchyni. Celý koncept budovy je zaměřen na zákazníka, který si zkusí, jaký komfort může přinést soběstačný dům a jaké omezení či problémy s sebou nese.

Dům je také navržen na fungování bez elektrické energie - jedná se o absolutní návrat ke starému stylu života - teplo z akumulací kachlových kamen, voda z ruční pumpy, vaření na kamnech a osvětlení pouze v době přirozeného slunečního svitu. Uživatel pocítí menší komfort, ale v domě se bude dát žít. Tento koncept je navrhován pouze pro krajní situace či na vyžádání zákazníka.

5.4.2 Elektřina

Elektřinu zajišťují fotovoltaické monokrystalické panely, které jsou umístěné na vikýřích jižní střechy a jejich úhel je 49°, a to z důvodu získání více energie ze slunce v zimě. Počet panelů byl stanoven na dvanáct a jejich špičkový výkon na 4 kWp.

Dále jsou v technické místnosti umístěné baterie LiFePo₄, které mají kapacitu 24 kWh a jsou navrhovány tak, aby pokryly minimálně tři dny bez absolutního slunečního svitu.

Prioritou využívání elektrické energie je domácí vodárna, která čerpá vodu ze studny do tlakové nádoby, odkud je dále rozváděna po domě. Dalším spotřebičem 1. kategorie (potřeba každý den) je osvětlení pomocí LED žárovek.

Dále je elektřina vyrobená z FV elektrárny využita pro spotřebiče, jako je lednice, zásuvky a jednotlivá oběhová čerpadla systémů (solární kolektory, kapilární rohože). Pokud je slunečního svitu dostatek (= dostatek elektrické energie), využívá se myčka,

elektrická plotýnka, pomocí stejnosměrného proudu se ohřívá bojler přímo napojený na FV systém a dále se nabíjejí baterie LiFePO₄.

Vše je řízeno inteligentním systémem HOMEGRID, který ovládá celý chod domácí sítě a uživatel může vidět díky panelu umístěném v obývacím pokoji, jaký je stav nabití baterií, množství nyní spotřebované energie, předpověď počasí a další informace důležité pro chod soběstačného domu.

Spotřebiče	Příkon kW	počet hodin chodu denně h	Potřeba energie za den kWh	Počítáno s malou úspornou lednicí a s ohleduplným užíváním.																
				Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec					
Čerpadlo pro domácí vodárnu	1,5	0,4	0,6																	
Úsporná lednice																				
Osvětlení	0,005			6	6	5	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	5	6	7	7
Potřeba energie za den kWh		0,03	0,03																	
Potřeba energie na jeden cyklus kWh																				
Mýčka	0,75	0	0,75																	
Příkon kW																				
Indukční vařič	1,5	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0
Home grid		0,5	0,5																	
Okruh vytápění/ chlazení	Solární kolektor/ Kapilární rohože - čerpadlo	1	1																	
Bojler	Stejnoseměrný proud z FV	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Tabulka 7 - Úvaha nad chodem spotřebičů během celého roku (autor)

Tabulka 7 slouží pouze pro orientaci jednotlivých spotřebičů, hodnoty nejsou přesné, pouze orientační. Bude záležet na konkrétních spotřebičích a provozu budovy.

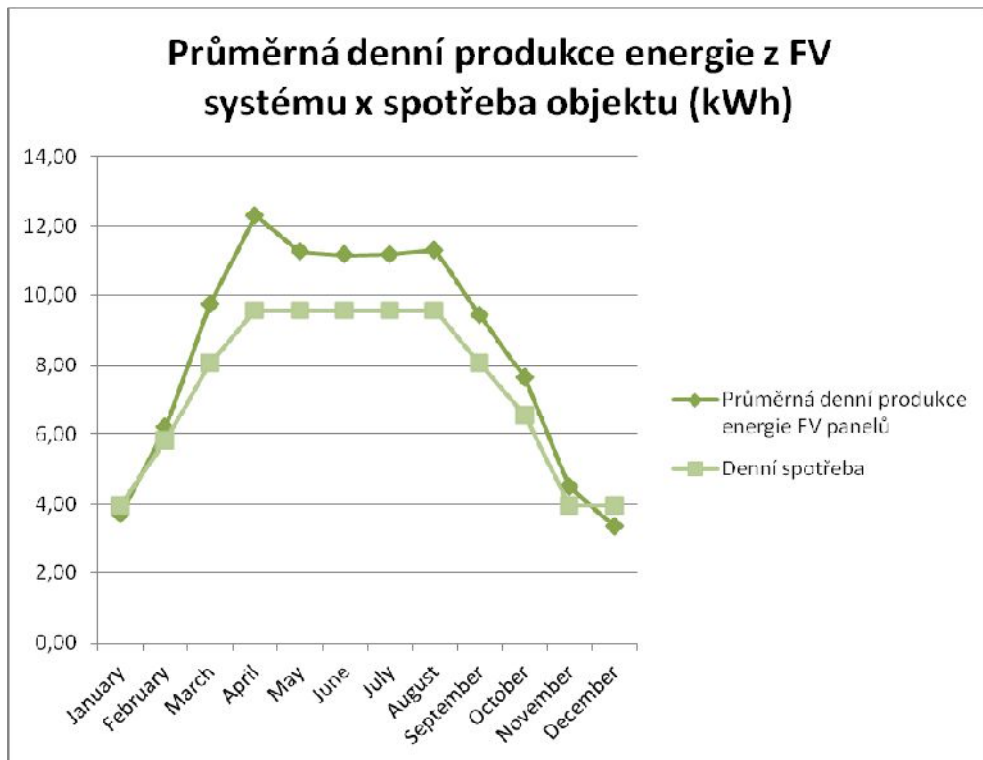
Měsíc	Průměrná denní produkce energie FV panelů	Průměrná měsíční produkce energie FV	Hd	Hm	Denní spotřeba	Měsíční spotřeba
	kWh	kWh	kWh/m2	kWh/m2	kWh	kWh
Leden	3,68	114	1,38	42,78	3,945	122,295
Únor	6,21	174	2,36	66,08	5,82	162,96
Březen	9,74	302	3,82	118,42	8,1	249,9375
Duben	12,30	361	4,87	146,1	9,6	286,65
Květen	11,26	349	4,64	143,84	9,5	296
Červen	11,17	335	4,67	140,1	9,5	286,4
Červenec	11,19	347	4,72	146,32	9,5	296,0
Srpen	11,30	342	4,62	143,22	9,6	296,2
Září	9,43	283	3,85	115,5	8,1	241,7
Říjen	7,65	239	3,04	94,86	6,6	203,4375
Listopad	4,50	135	1,74	52,2	3,945	118,35
Prosinec	3,35	103	1,26	39,06	3,95	122,5275
Průměr	8,44	257	3,42	104,04	7,3	223,5
Součet		3084	1248,48			2682,4

Tabulka 8 - Průměrná produkce FV panelů versus průměrná spotřeba elektrické energie (autor)

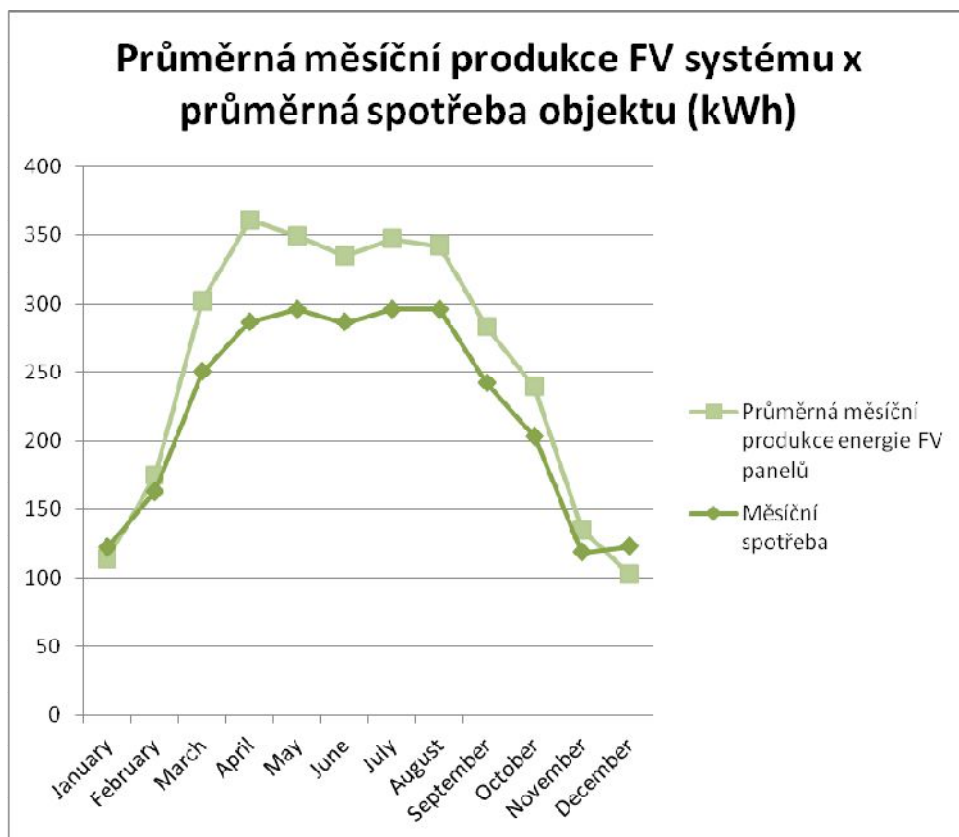
Hd - Průměrný denní součet globálního záření
Hm - Průměrný měsíční součet globálního záření

Hodnoty průměrných denních a měsíčních produkcí byly spočítány pomocí systému PVGIS S a PVWATTS ze stránky <http://onyxsolar.com/smarttools/>. Kde bylo zadáno špičkový výkon FV systému, lokalita stavby, orientace a úhel FV panelů.

Denní a měsíční spotřeba je vynásobena koeficientem 1,5, který zvyšuje spotřebu elektrické energie a počítá s energií na zásuvky a s nepředvídatelnými potřebami elektrické energie.



Obrázek 32 - Graf rozdílu denní produkce a spotřeby elektrické energie (autor)



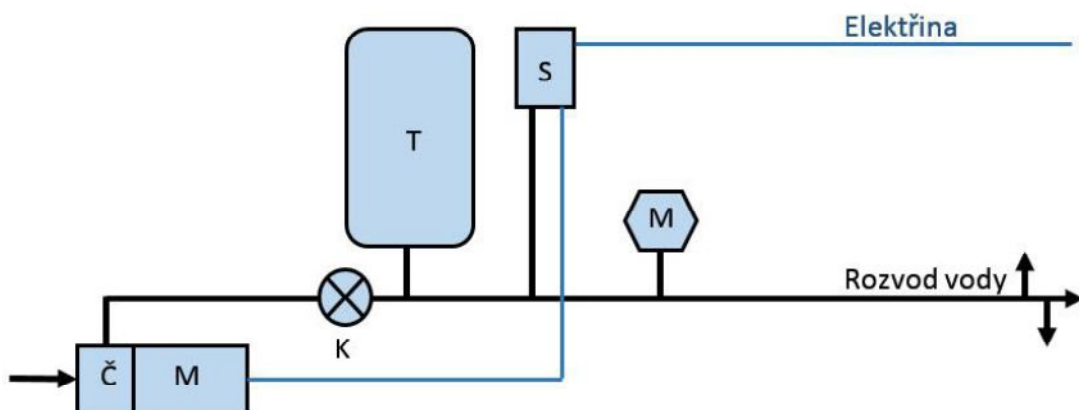
Obrázek 33 - Graf rozdílu měsíční produkce a spotřeby elektrické energie (autor)

Pomocí zjednodušených grafů je vidět, že teoretická produkce FV ostrovní elektrárny by měla pokrýt většinu roku kromě dvou měsíců prosince a ledna. Počítá se se změnou chování uživatele v domě a vnímáním jednotlivých spotřebičů a jejich příkonů.

Je také vidět, že ve většině části roku FV elektrárna vytvoří více elektrické energie než je potřeba. Je počítáno s uložením energie do akumulátorů LiFePo4, nabíjení elektroautomobilu a elektrokol.

5.4.3 Voda

Pro získání pitné vody bude vybudován vrt nebo studna. Pro toto rozhodnutí je nutný hydrogeologický průzkum, který ukáže, jak kvalitní voda se na území nachází a jaké úpravy vody budou potřeba. Pro získání vody bude navržena domácí vodárna s tlakovou nádobou. U studny bude umístěna pumpa, kterou bude umožněno získat vodu i ručním pohonem.



Č - čerpadlo (ponorné nebo povrchové) M - motor čerpadla K - zpětná klapka T - tlaková nádoba S - tlakový spínač M - manometr (tlakoměr) (11)

„V tlakové nádobě se vytvoří zásoba vody, která do doby jejího spotřebování pokrývá její odběr. To znamená, že pokud si např. natočíte vodu na kávu, použije se voda z tlakové nádoby a čerpadlo vůbec nesepe. Objem tlakové nádoby pro domácí vodárnu se doporučuje 80 až 100 l. Objem kapaliny, která z nádoby vyteče mezi vypnutím a zapnutím čerpadla domácí vodárny, je asi 30 % celkového jejího objemu.“ (11)

Tlaková nádoba soustavy je napojena na elektrický bojler, který je ohříván jednosměrným proudem z FV systému a na ohříváč napojený na solární kolektory.

Výkon elektromotoru cca 1,5 kW.

Průtok: 13,2 m³/h

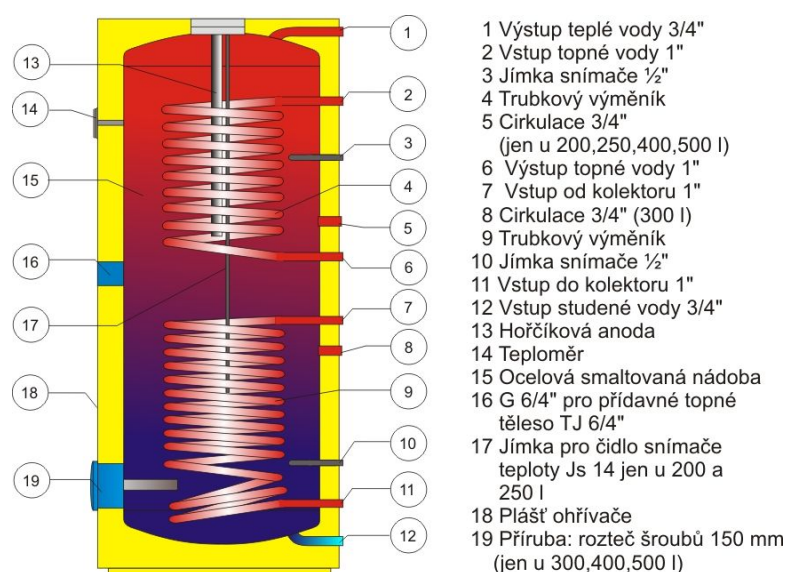
Tlaková nádoba: 100 l

Potřeba vody na den pro 4 osoby: 200 l

Spotřeba elektřiny čerpadla domácí vodárny: 750 W/den

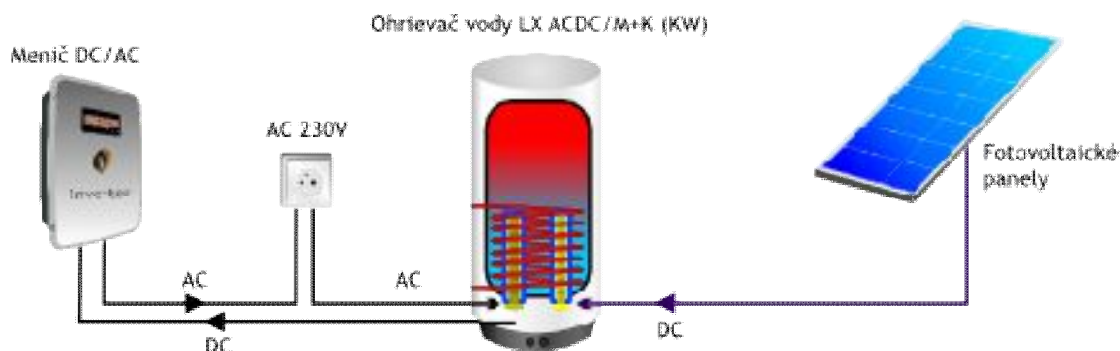
5.4.4 Teplá voda

Teplá voda bude ohřívána primárně pomocí solárních vakuových trubkových kolektorů, které jsou umístěné na jižní střeše na vikýřích s úhlem 49°. Zásobník na teplou vodu, který je napojen na okruh chladiva solárních kolektorů, slouží jak pro teplou užitkovou vodu, tak i pro vytápění.



Obrázek 34 - Akumulační nádrž ohřívána pomocí solárních kolektorů (12)

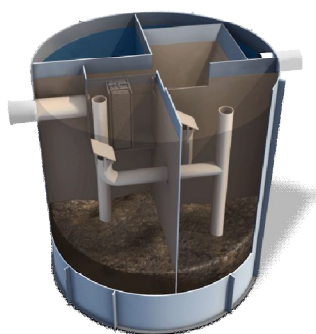
V případě dostatku elektrické energie se bude ohřívát též sekundární zdroj teplé užitkové vody zásobník LX ACDC. Zásobník je napojen na stejnosměrný proud z FV panelů. Ohřivač LX ACDC slouží především pro akumulaci energie v letních měsících, kdy je elektrické energie nadbytek. Pokud není dostatek slunečního svitu a zásobník napojený na solární kolektory není dostatečně připraven, pokryje období ohřivač LX ACDC, který bude nahříván střídavým proudem z baterií přes měnič.



Obrázek 35 - Schéma zapojení ohřevu vody pomocí FV panelů (12)

5.4.5 Kanalizace

Kanalizace objektů je navržena jako samospádový princip čištění bez potřeby elektrické energie. Systém je navržen od firmy Asio pomocí anaerobního separátoru a biologického zemního filtru. Přečištěná odpadní voda dále teče do vsakovací nádrže neboli jezírka. Do vsakovací nádrže (jezírko) je vedena též dešťová voda ze střech objektů. V létě může nádrž sloužit pro koupání uživatelů objektu.



Obrázek 36 - Anaerobní separátor AS-ANASEP (13)

„Anaerobní separátor AS-ANASEP (dále jen separátor) je inovativním řešením klasického septiku (ČSN EN 12556-1) s několikanásobně zvýšenou účinností čištění. Výrobky typové řady AS-ANASEP jsou prefabrikované beztlakové podzemní nádrže s technologickými přepážkami vyrobené z termoplastu. Jsou vyrobeny technologií svařováním z konstrukčních prvků a desek z polypropylénu a jeho kopolymerů lehčených nadouvadlem nebo z extrudovaných desek. Jsou vyráběny jako hranaté (označení ER) nebo válcové (označení EO) a jsou vodotěsné ve smyslu ČSN EN 12 566-1.“ (13)

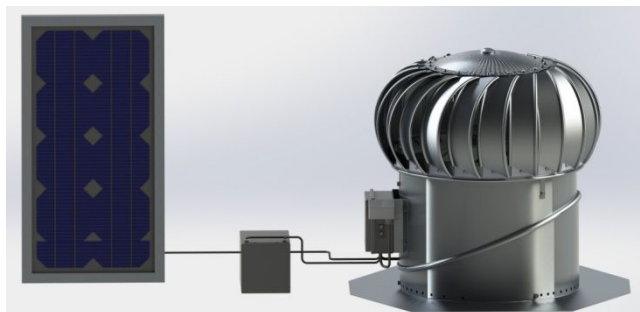


Obrázek 37 - Biologický zemní filtr AS-ZEON (13)

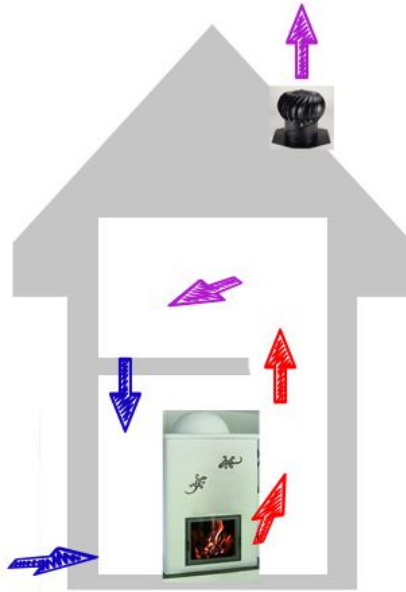
„Biologický zemní filtr AS-ZEON je navržen jako druhý stupeň dočištění za septik nebo čistírnu odpadních vod. Jedná se o zařízení chráněné patentem, které díky jedinečné konstrukci a způsobu čištění odpadních vod zajišťuje snadnou obsluhu a vysokou účinnost čištění a to i v nerovnoměrně obývaných objektech jako jsou například víkendové chaty. Biologický filtr pracuje čistě na mechanicko-biologickém principu bez potřeby elektrické energie.“ (13)

5.4.6 Větrání

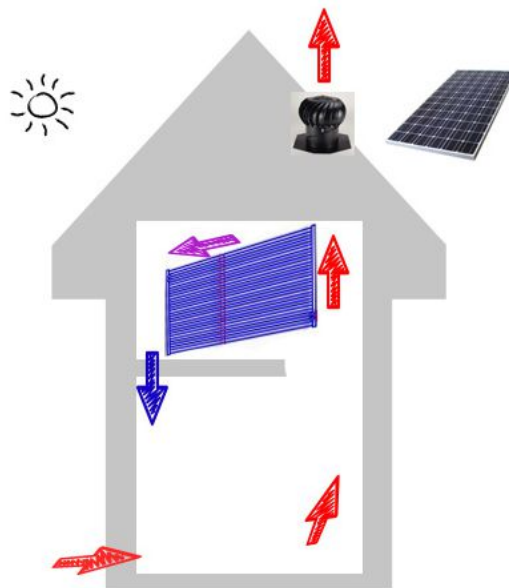
Větrání je navrženo jako přirozené (z části nucené). Odtah vzduchu je zajištěn pomocí ventilační hlavice LOMANCO, která je napojena na FV systém a při nedostatku větrné energie je použita energie z FV panelů.



Obrázek 38 - Větrací hlavice (14)



Obrázek 39 - Systém proudění vzduchu v zimě (autor)



Obrázek 40 - Systém proudění vzduchu v létě (autor)

5.5 Vstupní data Software Energie 2016

Program Svoboda software - Energie 2016 byl zvolen pro hledání nejvhodnější varianty při návrhu soběstačného domu.

Do programu Energie 2016 musely být nejprve vložena vstupní data celého objektu.

Název	Apartmánová jednotka navrhovaná jako rodinný dům
Obsazenost zóny	25 m ² /osobu
Objem z vnějších rozměrů	505 m ³
Podlahová plocha	146 m ²
Celk. energet. vztažná plocha	177 m ²
Zdroje tepla	Kamna (55 %) - Solární kolektor (45 %)
Zdroje tepla na přípravu TV	FV ohřev (70 %) Solární kolektory (30 %)
Větrání	Přirozené (90 %) - Nucené (10 %)

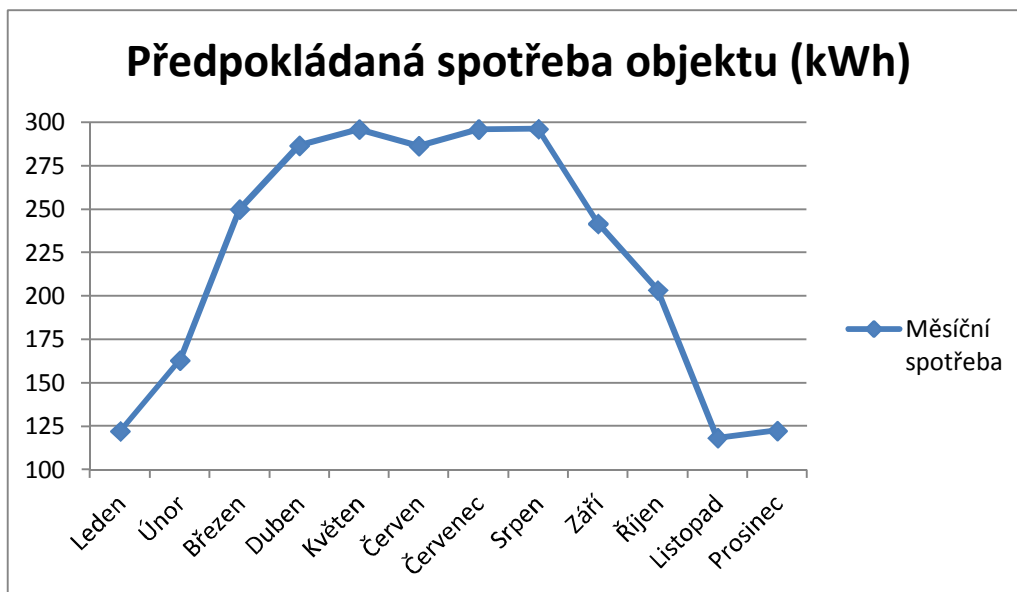
Tabulka 9 - Parametry budovy (autor)

5.5.1 Analýza spotřeby elektrické energie v ostrovním domě

Spotřeba elektrické energie probíhá v ostrovním domě trochu jiným způsobem než u klasického bydlení. V soutěžním návrhu se počítá s odlišným přístupem ke spotřebě elektrické energie během roku.

V první řadě je rozdíl ve vytápění, které je vyřešeno pomocí akumulčních kamen a solárních kolektorů. V zimě nám tedy nevzrůstá natolik spotřeba elektřiny z důvodu vytápění. Solární systém bude potřebovat elektrickou energii na chod oběhových čerpadel, ale v zimním období budou více využívány akumulční kamna pro teplo v objektu. Solární kolektory slouží primárně pro ohřev teplé vody.

V létě se spotřeba zvyšuje díky ohřevu teplé vody pomocí FV panelu, dále se v létě elektrická energie využívá na vaření na elektrické plotýnce a k použití myčky. Tím se průběh spotřeby elektřiny mění jenom díky jinému režimu chování uživatele. Viz tabulka 7 na straně - 42 -.



Obrázek 41 - Graf předpokládané spotřeby v objektu (autor)

Ohledně spotřeby elektrické energie je nutné upozornit, že vždy při návrhu ostrovní elektrárny je důležitý první rok užívání, který ukáže realitu spotřeby elektřiny a možná opatření na snížení celkové spotřeby v kritických měsících.

5.6 Vyhodnocení návrhu ze soutěže ČOD

V rámci soutěže Český ostrovní dům 2016 byl vytvořen architektonický a technický koncept budovy. Jelikož se jedná pouze o konceptuální návrh celého systému, byly hrubé odhady výpočtů vloženy do softwaru Energie 2016 a dále hodnocena vhodnost celého návrhu. Některé hodnoty musely být doplněny, jelikož v původním návrhu chyběly.

5.6.1 Letní stabilita

V rámci předmětu Modelování energetického chování budov v letním semestru 2015/2016 byla vytvořena práce Zhodnocení ostrovního domu pomocí programu Design Builder, která slouží pro vyhodnocení letní stability objektu.

Většina místností vyhovuje na maximální vnitřní teplotu 28 °C, pouze v obývacím pokoji a ložnici dochází k přehřívání.

Ložnice		
MAX °C	31,16	27. 7. 2016
Obývací pokoj		
MAX °C	30,47	14. 8. 2016

Tabulka 10 - Nejvyšší naměřené hodnoty teplot v budově (vypočteno pomocí programu DesignBuilder) (autor)

Dále bylo uvažováno s venkovními žaluziemi, které by měly snížit maximální teplotu v jednotlivých místnostech. Také bylo uvažováno s nočním větráním, které by mělo snížit maximální teploty v kritických místnostech.

Ložnice		
27.7.2016	27,66	°C
Obývací pokoj		
14.8.2016	28,35	°C

Tabulka 11 - Maximální a minimální teploty v kritických místnostech po úpravách (autor)

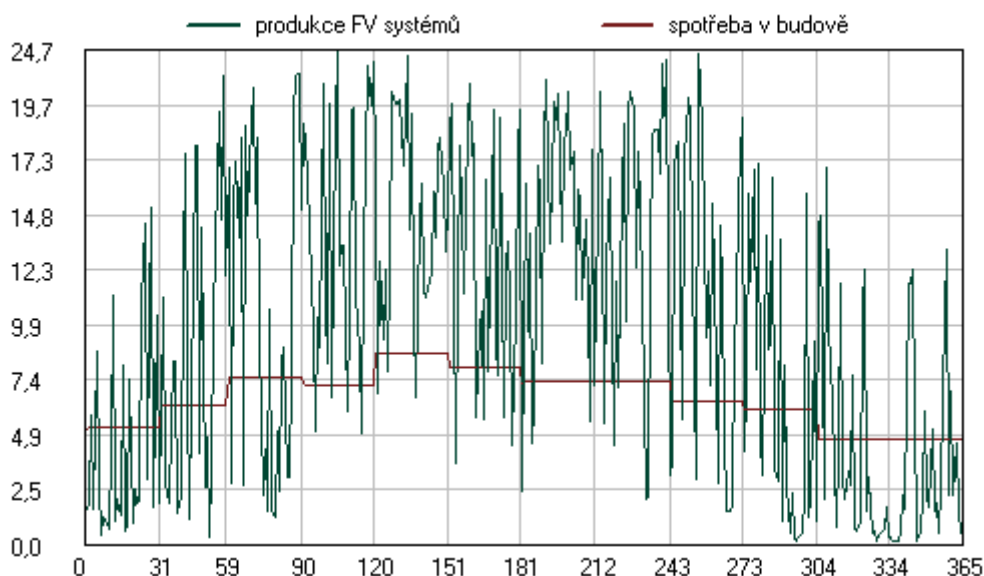
Díky programu je vidět, že venkovní žaluzie a noční větrání sníží vnitřní teplotu v ložnici i v obývacím pokoji. Je ovšem nutné upozornit, že se počítá se správným užíváním. Pokud uživatel není seznámen s provozem či ho nedodržuje, může dojít k přehřívání interiéru.

5.6.2 Fotovoltaický systém

Celková roční produkce elektřiny FV systémem v budově je 4096,2 kWh/rok. **Roční využitelná produkce FV systémů v budově je 2426,7 kWh/rok.** Roční exportovaná produkce FV systémů je 1246,1 kWh/rok. Roční odběr elektřiny ze sítě (neboli potřeba elektřiny z jiného zdroje) je 255,3 kWh/rok.

Míra využití produkce FV systémů pro krytí potřeby elektřiny v budově dosáhne 59,2 %.

(Výpočet byl získán pomocí softwaru Energie 2016)



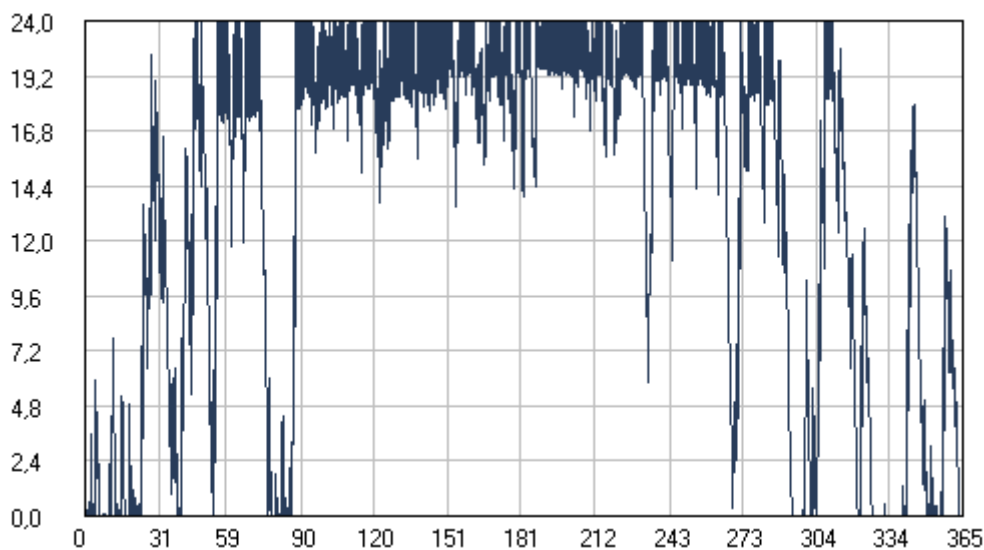
Obrázek 42 - Denní produkce FV systémů a denní spotřeba elektřiny v budově [kWh/den] (software Svoboda - Energie 2016)

Jak je vidět na obrázku 42, FV systém pokryje většinu roku. Spotřeba elektřiny je pouze orientační a až provoz celého ostrovního systému by ukázal, jak celý systém funguje a jaký vliv na chod ostrovního systému má uživatel sám.

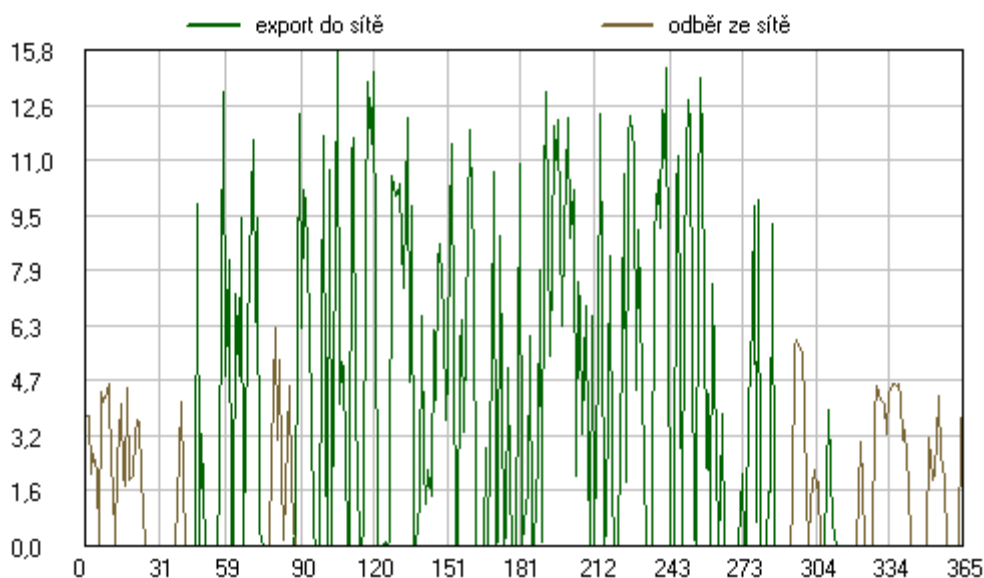
Jsou zde velké propady v produkci FV systému v měsíci březnu a listopadu. V tyto měsíce (taktéž měsíce leden, únor, prosinec) by bylo nutné snížit spotřebu budovy na minimum a využívat elektřinu pouze na nutné osvětlení a čerpání pitné vody ze studně.

Teplo bude zajištěno pomocí akumulčních kamen a teplá voda bude ohřívána pomocí solárních kolektorů na střeše.

Na obrázku 43 na straně - 54 - je vidět průběh vybíjení a nabíjení akumulátorů. Pro zlepšení komfortu v budově by bylo možné navýšit počet akumulátorů, které by ukládaly energii v letních měsících. Největší procento vybíjení a nabíjení probíhá v měsících březen, listopad a prosinec.



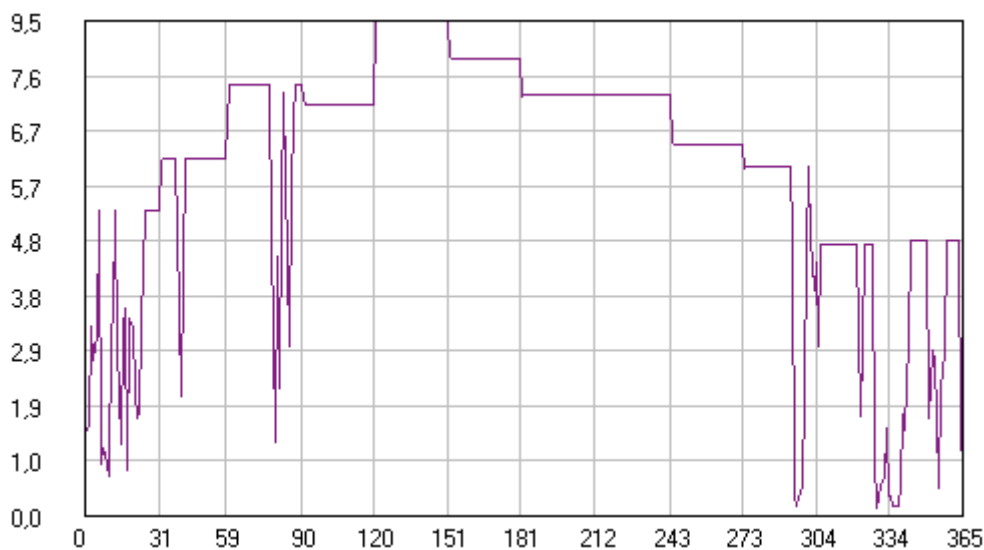
Obrázek 43 - Energie uložená v akumulátorech [kWh] (software Svoboda - Energie 2016)



Obrázek 44 - Denní exportovaná produkce FV systémů a denní odběr ze sítě [kWh/den] (software Svoboda - Energie 2016)

Graf na obrázku 44 ukazuje, že návrh není zcela ostrovním systémem. Pro měsíce leden, březen, listopad a prosinec je nutné získat elektrickou energii z jiného zdroje než je FV systém. Ať je to již zmiňovaná veřejná síť nebo často využívaná elektrocentrála.

Opět lze diskutovat nad významem slova soběstačnost, který ani jeden ze sekundárních zdrojů nespĺňuje.



Obrázek 45 - Denní využitelná produkce FV systémů v budově [kWh/den] (software Svoboda - Energie 2016)

Podle grafu na obrázku 45 můžeme přizpůsobit spotřebu domu podle produkce z FV systému. Je však otázkou, zda jsme schopni docílit nejnižších hodnot produkce FV systémů pouze omezením jednotlivých spotřebičů a přizpůsobením chování uživatele, při zachování určitého komfortu.

5.6.3 Výpočty soutěžního návrhu

Měrná dodaná energie budovy

Celková roční dodaná energie: 36,764 MWh

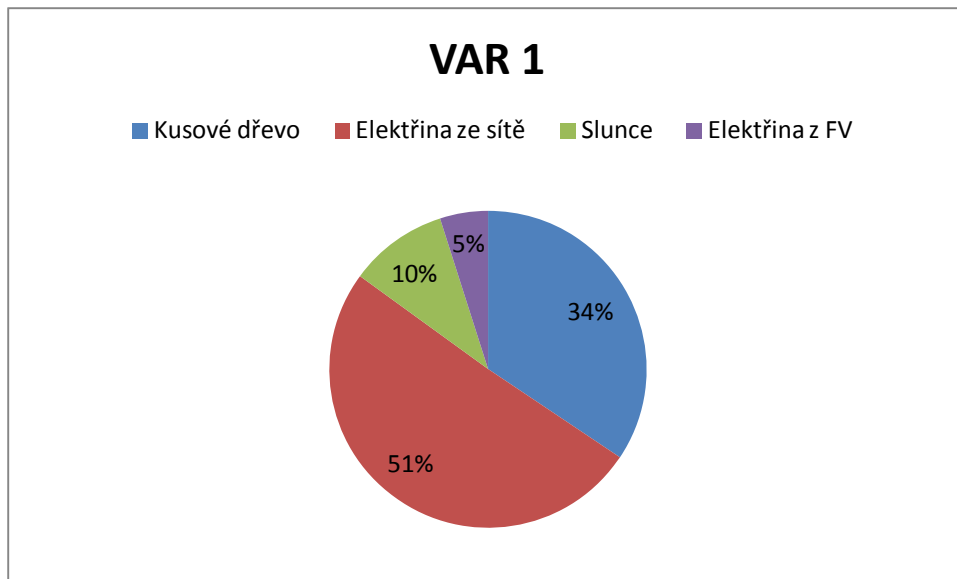
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 505,0 m³

Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 87,0 m²

Měrná dodaná energie EP,V: 72,8 kWh/(m³.a)

Měrná dodaná energie budovy EP,A: 423 kWh/(m².a)

Energie 2016, (c) 2016 Svoboda Software



Graf 1 - Rozdělení dodané energie podle energonositelů VAR 1 (autor)

Množství elektřiny ze sítě viz graf 1 je **18,6 MWh/a**. Dále množství energie na kusové dřevo - **12,6 MWh/a**. Tepelná ztráta celého objektu byla vypočítána na **4,5 kW**.

5.6.4 Klady a zápory soutěžního návrhu

První úskalí celého systému může být ve složitosti celého systému - solární kolektory, FV systém a akumulční kamna. Je nutné mít dva zásobníky na ohřev teplé vody. První cíl úpravy soutěžní varianty by tedy bylo zjednodušení celého systému.

Další problém je vidět na grafech vytvořených pomocí softwaru Energie 2016, které nám ukazují, jak FV systém pracuje v konkávním parabolickém oblouku, který není zcela optimální pro provoz klasické domácnosti, kdy je nejvíce potřeba elektrické energie v zimním období a nejméně v letním období. Klasický průběh spotřeby elektrické energie v domácnosti je ve tvaru konvexního parabolického oblouku. Je tedy dobré uvědomit si, kolik a kdy potřebujeme elektrické energie a vůči tomu přizpůsobit celý FV systém a celý chod domácnosti.

Ohledně odpadního hospodářství je dobrý přístup, kdy celý systém nepotřebuje elektrickou energii. Jediná věc na zvážení je likvidace odpadních vod formou odparu. Vše by ovšem záleželo na posouzení životního prostředí a na posouzení od hydrogeologa. U vodního hospodářství není úsporné využívání pouze pitné vody ze studně a nevyužívat dešťových a šedých vod. Jde samozřejmě o ekonomickou stránku problému, zda se využívání šedé nebo dešťové vody vyplatí a také zda je schopen ostrovní systém přečerpávat další vodu do objektu.

5.7 Analýza možných variant řešení TZB

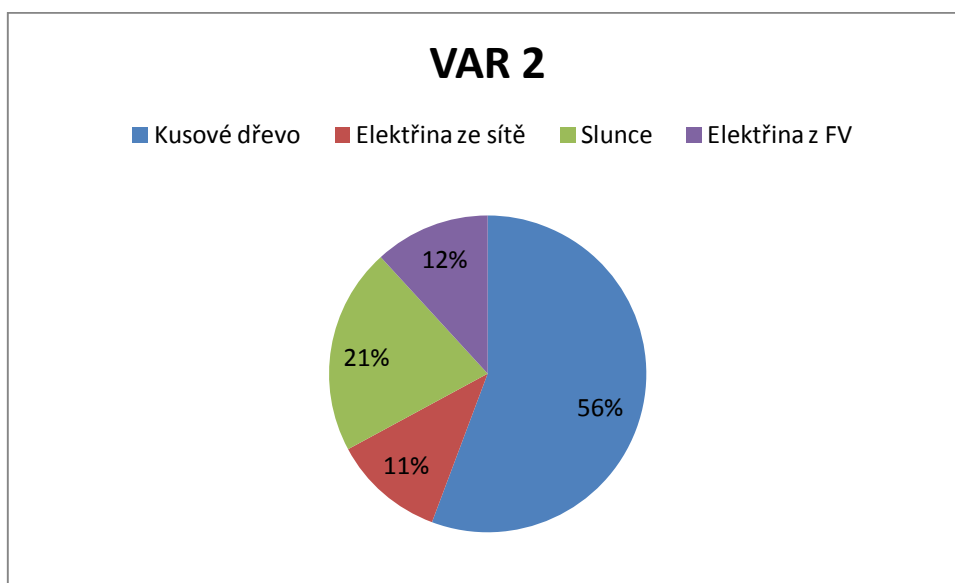
Pro analýzu možných variant se vychází ze soutěžního návrhu. Do architektonické a konstrukční části se v této práci zasahovat nebude. Bude se upravovat pouze technické řešení.

5.7.1 Porovnání různých zdrojů tepla

V první řadě byly odstraněny solární kolektory z celého návrhu, které celý systém komplikovaly a nepřinášely předpokládané výhody.

5.7.1.1 Využití tepelného čerpadla v ostrovním systému - Varianta 2

FV systém v této variantě zůstává ve stejné poloze i ve stejném množství. Úvahou je přidání tepelného čerpadla pro přípravu teplé vody a pro vytápění. Přínosem by měl být vyšší komfort pro uživatele v podobě teplé vody a kratší topná sezóna pro tepelné čerpadlo díky využívání akumulčních kamen. Dalším přínosem by mělo být snížení primární energie oproti původnímu návrhu.



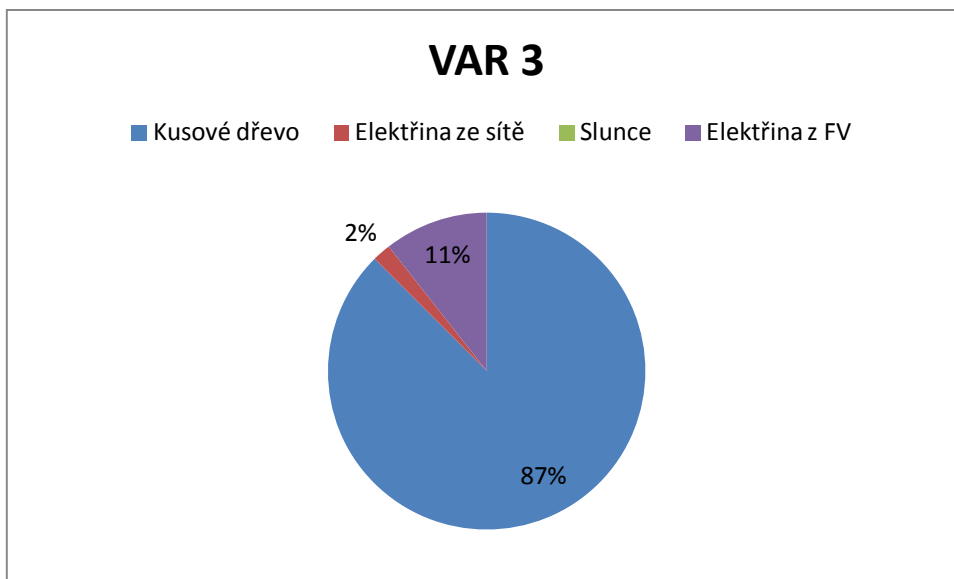
Graf 2 - Rozdělení dodané energie podle energonositelů - VAR 2 (autor)

Procento elektřiny ze sítě se výrazně snížilo. Je vidět, že zjednodušením systému a vložení tepelného čerpadla celému návrhu prospělo.

5.7.1.2 Kombinace akumulčních kamen a FV systému - Varianta 3

V další variantě je uvažováno se zdrojem tepla pouze pomocí akumulčních kamen na kusové dřevo. V akumulčních kamnech je výměník, který ohřívá vodu a slouží pro

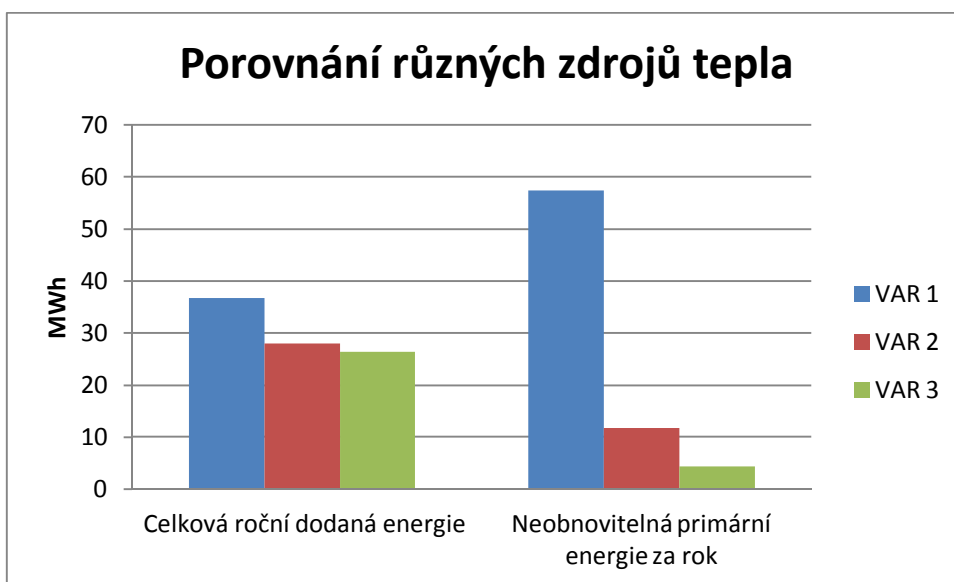
ohřev teplé vody. FV systém slouží pro spotřebu elektřiny v domě a pro ohřev teplé vody v době, kdy nejsou používány akumulční kamna.



Graf 3 - Rozdělení dodané energie podle energonositelů - VAR 3 (autor)

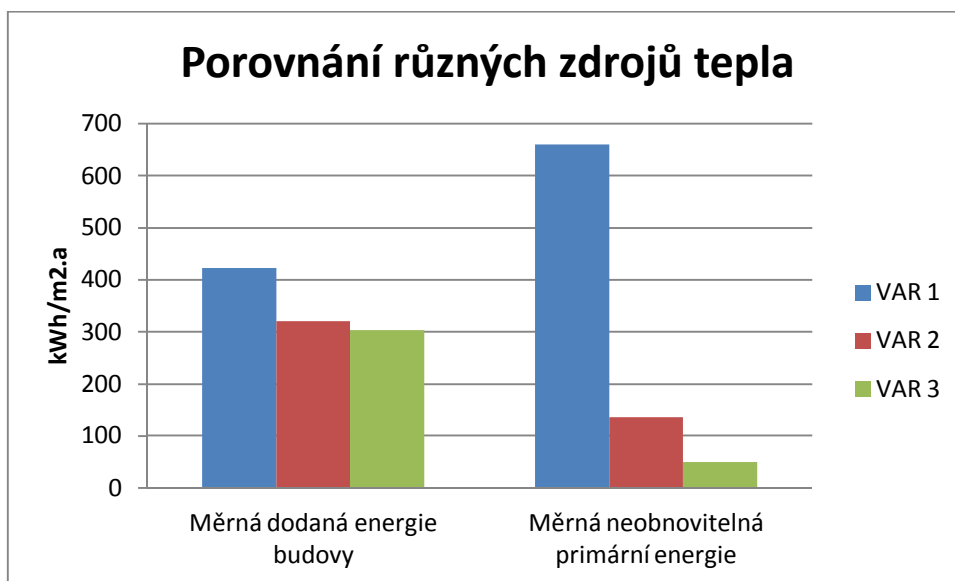
Na grafu 3 vidíme, jak se nám rozdělení energonositelů změnilo po odstranění tepelného čerpadla. Díky pokrytí vytápění pouze pomocí akumulčních kamen na kusové dřevo, klesla procentuální potřeba elektřiny ze sítě pouze na 2 % v rámci rozdělení energonositelů.

5.7.1.3 Výsledky různých zdrojů tepla



Graf 4 - Porovnání jednotlivých variant (autor)

Na grafu 4 vidíme, že celková roční dodaná energie je nejnižší ve variantě 3 - kombinace akumulčních kamen a FV systém. Stejně je to i u neobnovitelné primární energie, u které je rozdíl ve variantách mnohem radikálnější.



Graf 5 - Porovnání jednotlivých variant (autor)

Ze všech vyhodnocených výsledků je zřejmé, že jako zdroj tepla budou nejvýhodnější akumulční kamna, která ohřívají taktéž teplou vodu, FV systém pak slouží pro potřebu elektrické energie a pro ohřev vody.

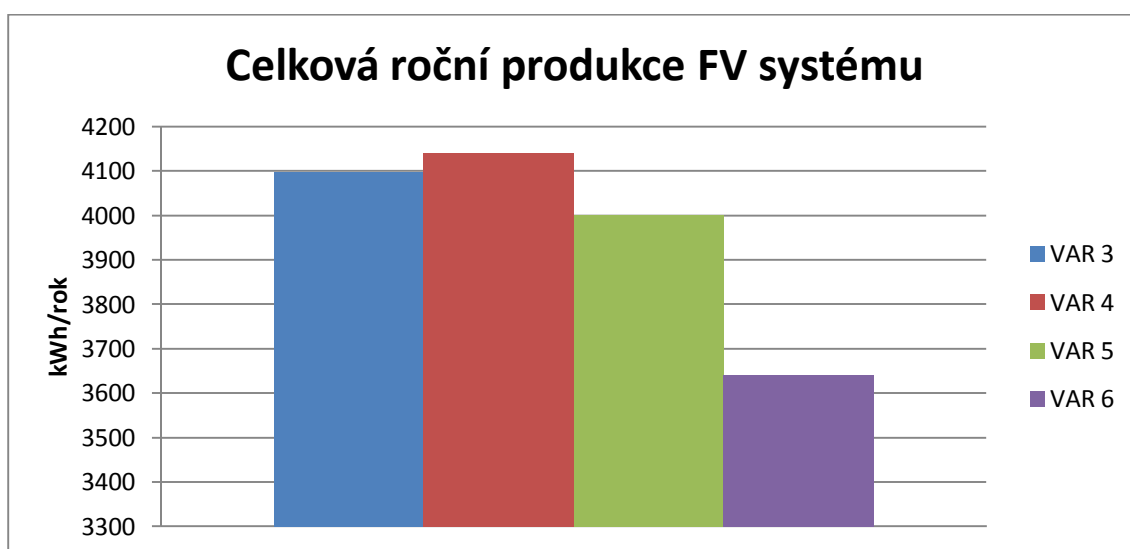
5.7.2 Porovnání orientace a natočení FV panelů

V soutěžním návrhu byla zvolena varianta, kdy jsou FV panely monokrystalické s výkonem 263 Wp, s orientací na jih a se sklonem 49°. Vyšší sklon byl zvolen z důvodu ostrovního systému, kdy je potřeba zvýšit produkci elektřiny v zimě, kdy je slunce na nižším horizontu.

V této části analýzy chceme dokázat, zda vyšší sklon je opravdu výhodnější pro tento typ stavby. Dále je nutné zjistit, zda je jižní orientace nejvýhodnější orientace pro ostrovní systém.

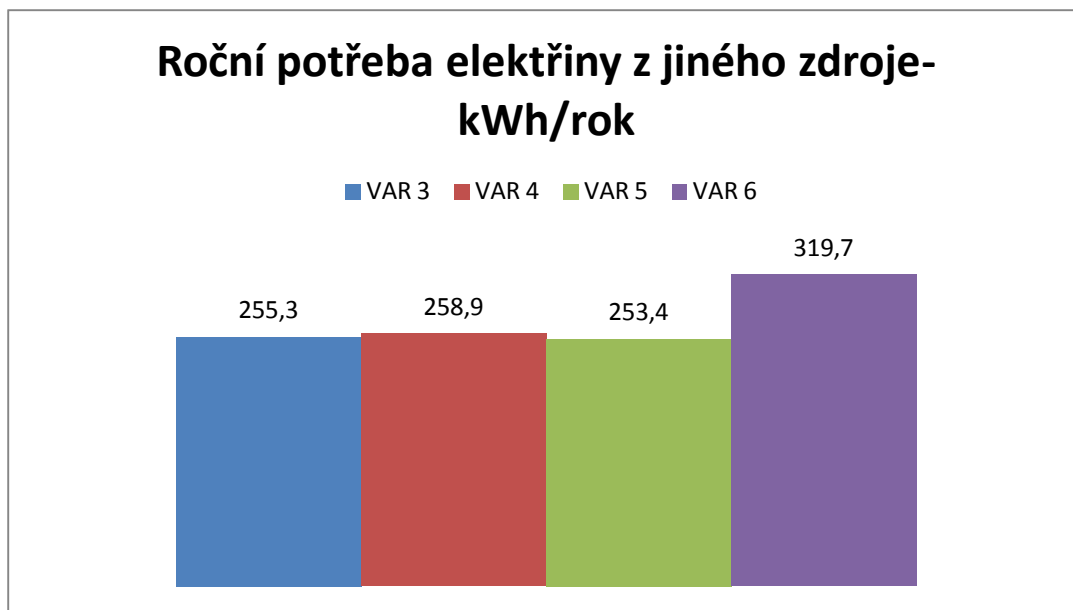
Varianta 3 je umístění FV systému dle soutěžního návrhu.

	ORIENTACE	SKLON	PRODUKCE (kWh/rok)
VARIANTA 3	JIH	49°	4096,2
VARIANTA 4	JIH	45°	4140,8
VARIANTA 5	JIH	55°	3999,7
VARIANTA 6	JIHOZÁPAD	55°	3641,1



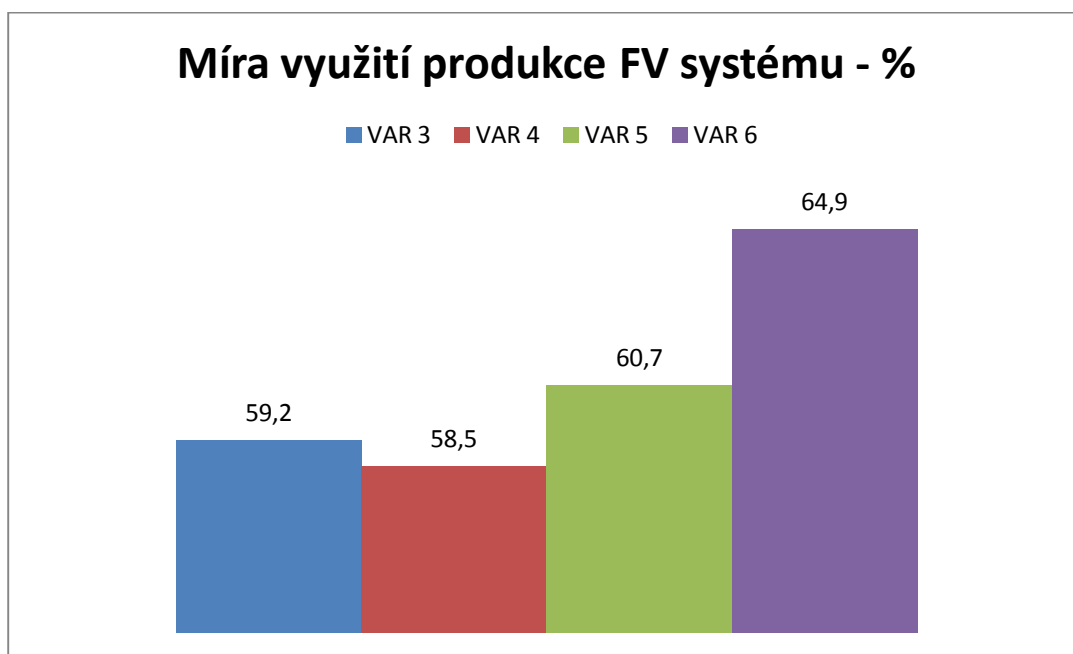
Graf 6 - Celkové roční produkce FV systému všech variant (autor)

Na grafu 6 lze vidět, že nejvyšší produkce FV systému je při sklonu 45° a orientací na jih. Výsledek není žádným překvapením, protože pokud chceme dosáhnout, co nejvyššího výkonu FV systému je nejideálnější sklon 25 - 35° a jižní orientace. Při návrhu ostrovní elektrárny však celková roční produkce FV systému není hlavním kritériem.



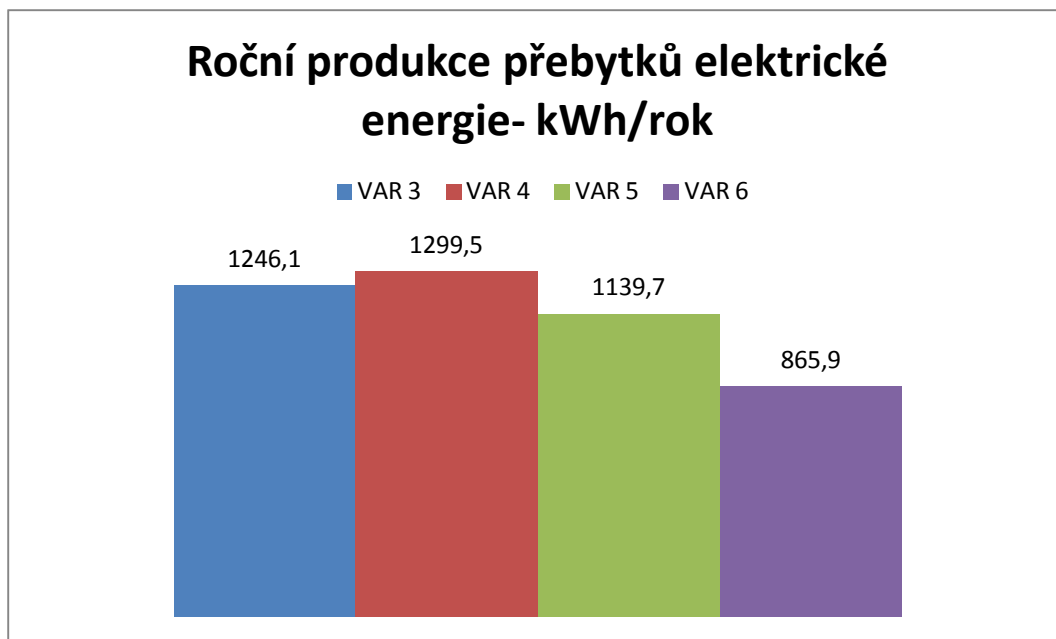
Graf 7 - Roční potřeba elektřiny z jiného zdroje (autor)

Při pohledu na důležitý faktor pro ostrovnost je potřeba elektřiny z jiného zdroje, která je hodnocena jako nejdůležitější kritérium v této analýze. Proto se jeví jako nejlepší varianta 5 se sklonem 55° a orientací na jih.



Graf 8 - Míra využití FV systému (autor)

Míra využití produkce FV systému ukazuje, kolik procent vyrobené elektrické energie se spotřebuje v budově. Jako nejvýhodnější varianta se zdá varianta 6, ale při porovnání s roční potřebou elektrické energie z jiného zdroje je varianta 6 nevhodná pro ostrovní systém.

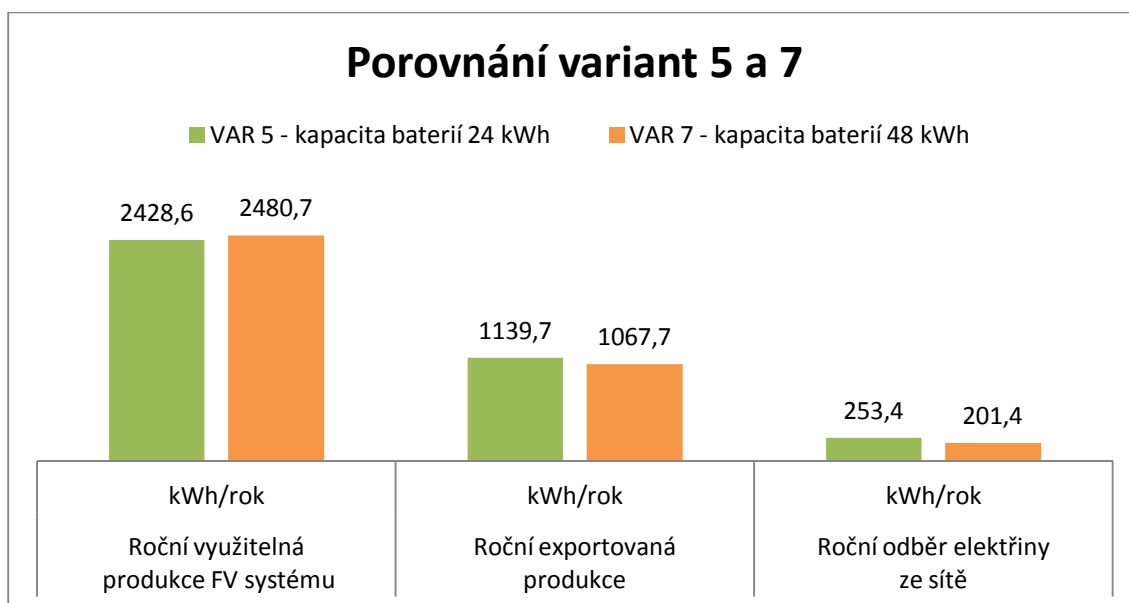


Graf 9 - Roční produkce přebytků el. energie (autor)

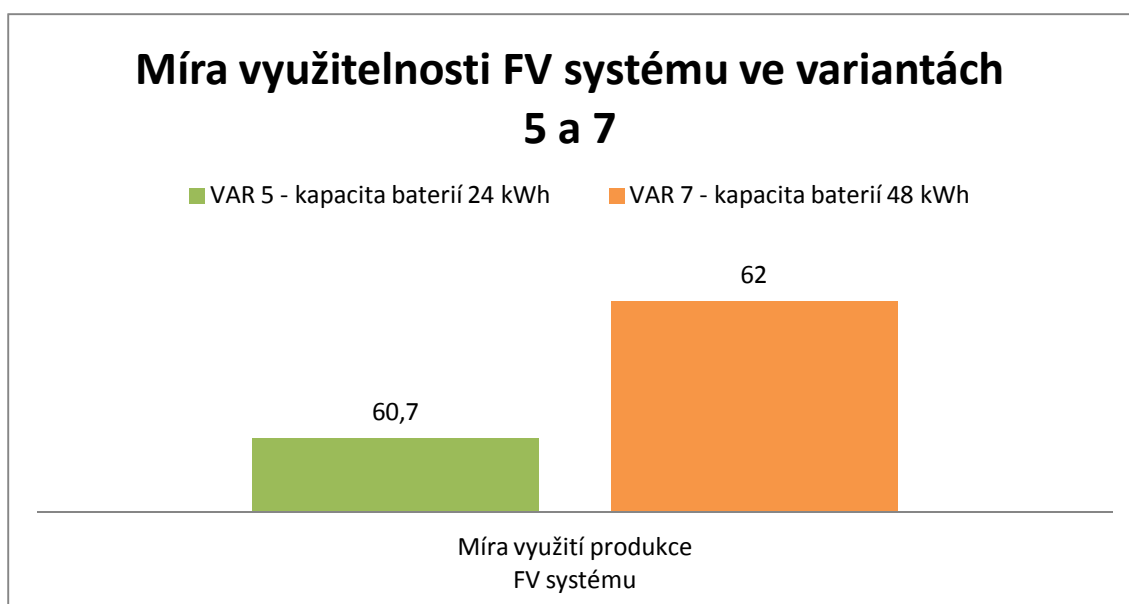
Z grafu 9 vychází nejlépe opět varianta 6, která díky orientaci na jihozápad produkuje nejméně přebytků elektrické energie.

Celkově lze nejlépe vyhodnotit variantu 5, v níž je FV systém umístěný přímo na jih se sklonem 55°. Varianta 6 byla zavrhnuta z důvodu vysoké potřeby elektrické energie z druhého zdroje. Ve variantě 5 je nevýhoda velkého množství přebytků elektrické energie. Proto by se muselo uvažovat o využití přebytků v letním období či navýšit počet akumulátorů.

5.7.3 Porovnání variant při navýšení počtu akumulátorů



Graf 10 - Porovnání variant 5 a 7 (autor)



Graf 11 - Míra využitelnosti FV systému ve variantách 5 a 7 (autor)

Dalo se předvídat, že při zvýšení kapacity akumulátorů stoupne míra využitelnosti FV systému. Tím také klesne potřeba elektrické energie z jiného zdroje i roční produkce přebytků.

Je samozřejmé, že zvýšením počtu akumulátorů se zvýší i celková návratnost celé investice do FV systému. Záleželo by tedy na investrovi, zda by byl ochotný vynaložit investici za akumulátory navíc.

V dnešní době jsou akumulátory tou nejdražší položkou v systému ostrovní elektrárny. Proto je nutné se podívat na návratnost systému. Je veřejně známé, že ostrovní elektrárny nejsou dnes ekonomicky zcela výhodné. Lidé si je nechávají instalovat většinou z jiných důvodů. V prvním případě se jedná o nepřítomnost napojení na veřejnou síť tedy o ekonomický ukazatel, kdy vybudování přípojky by bylo dražší než celá ostrovní elektrárna. Druhý případ je přesvědčení investora, že volí nejlepší možnou cestu k soběstačnosti.

Zde budou srovnávány tři varianty – varianta 5 (akumulátory LiFePo4 - kapacita 24 kWh) dále varianta 7 (akumulátory LiFePo4 - kapacita 48 kWh) a varianta bez akumulátorů. U varianty bez akumulátorů se jedná pouze o srovnání rozdílů návratností při použití baterií či nezapojení baterií do systému.

		VAR 5	VAR 7	Varianta bez akumulátorů
Celková roční produkce FV systému	kWh/rok	3999,7	3999,7	3999,7
Roční využitelná produkce FV systému	kWh/rok	2428,6	2480,7	1261,5
Roční exportovaná produkce	kWh/rok	1139,7	1067,7	2738
Roční odběr elektřiny ze sítě	kWh/rok	253,4	201,4	1420
Odhadovaná cena FV elektrárny	Kč	555300	954600	156000
Průměrná cena elektřiny ze sítě	Kč/kWh	4	4	4
Možná cena za dodávku el. Energie do sítě	Kč/kWh	0,40	0,40	0,40
Úspora při 100% využitelnosti FV	Kč/rok	15999	15999	15999
Úspora při 60,7% využitelnosti FV	Kč/rok	9711		
Úspora při 62% využitelnosti FV	Kč/rok		9919	
Úspora při 30% využitelnosti FV	Kč/rok			4799,64
Návratnost systému bez ohledu na veřejnou síť	rok	57	96	33
Cena odběru el. energie ze sítě	Kč/rok	1014	806	5680
Cena za dodávku do veřejné sítě	Kč	456	427	1095
Návratnost systému s ohledem na připojení na elektrickou síť	rok	55	92	148

Tabulka 12 - Porovnání návratností různých variant (autor)

Jak je vidět v tabulce 12, je velký rozdíl v případě, kdy do systému vložíme baterie, ale pro případ ostrovní elektrárny jsou akumulátory nutností. Ve variantě bez akumulátorů je využitelnost FV systému 30 %, ve variantě 5 s bateriemi LiFePo4 se zvýší

využitelnost na 60 %, což je značný rozdíl. V případě, kdy byl počet akumulátorů zdvojnásoben, se využitelnost zvýšila pouze o 2 % a návratnost vzrostla téměř dvojnásobně.

V případě, kdy uvažujeme o poloostrovním systému, v němž by byl možný odběr ze sítě a zároveň prodej přebytků, návratnost se sníží v prvních dvou variantách.

Ve výpočtu návratnosti není počítáno s inflací, ani s jinými podrobnějšími proměnnými, které by ovlivnily celkový výpočet návratnosti. Cena ostrovní elektrárny je taktéž pouze odhad, konkrétní prvky systému by mohly proměnit celkovou cenu elektrárny a tím pozměnit dobu návratnosti.

5.7.4 Zhodnocení přístupu k odpadnímu hospodářství

V soutěžním návrhu bylo odpadní hospodářství navrženo bez potřeby elektrické energie pomocí spádu, což je pro ostrovní systém ideální. Rozdíl bude v konečné navržené variantě v likvidaci odpadních vod, kde bude zvolen způsob likvidace pomocí zasakování.

V návrhu je navržen systém anaerobního separátoru a zemního filtru a posléze je přečištěná odpadní voda zasakována do okolí.

Množství odpadních vod celkem 0.6 m³/den		
Množství organického znečištění celkem 0.24 kg/den		
Seznam zařizovacích předmětů		
Dřez	1	ks
Myčka	1	ks
Záchod	1	ks
Sprcha	1	ks
Umyvadlo	1	ks

Tabulka 13 - Seznam zařizovacích předmětů a množství odpadních vod (autor)

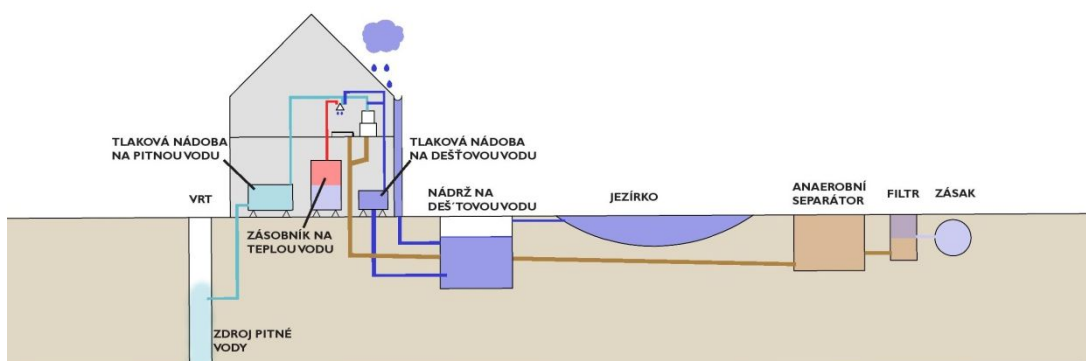
5.7.5 Zhodnocení přístupu k vodnímu hospodářství

V původním návrhu je počítáno s návrhem domácí vodárny. Pitná voda z vrtu je využívána pro všechny zařizovací předměty a nebylo uvažováno s využitím šedých vod ani dešťových vod. Bude nutné zjistit, zda by nebylo výhodnější využívat šedé nebo dešťové vody.

Změna by vyplývala z využívání dešťových vod pro splachování a pro sprchování. Pro sprchování by voda musela být upravena v rámci hygienických předpisů na požadovanou kvalitu.

Na obrázku 46 je vidět nový přístup k vodnímu a odpadnímu hospodářství. Šedá voda se v tomto případě nerecykluje a dále nevyužívá. Využívá se pouze dešťové vody, která se přečerpává do tlakové nádoby čerpadlem, které se spíná pouze v době dostatku elektrické energie.

Schéma vodního a odpadního hospodářství



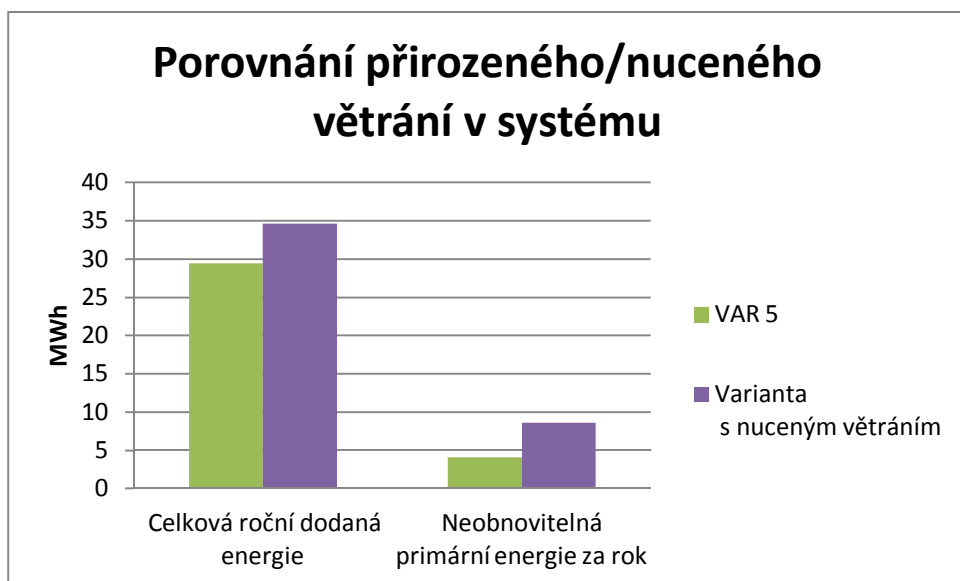
Obrázek 46 - Schéma vodního a odpadního hospodářství (autor)

5.7.6 Vyhodnocení návrhu větrání

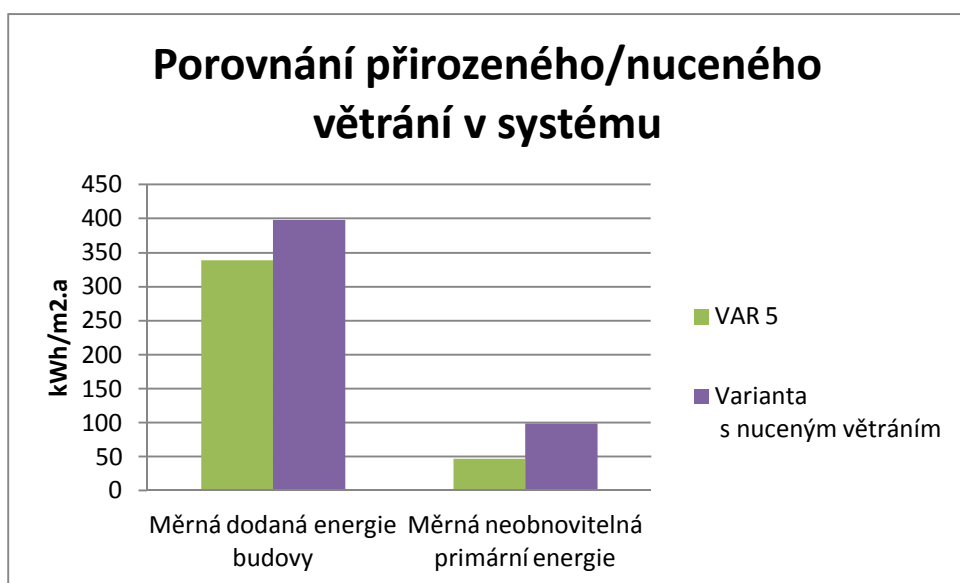
V soutěžním návrhu je počítáno s přirozeným větráním. V této analýze se zjistí, jak by ovlivnilo návrh nuceného větrání.

Vzduchotechnická jednotka by byla největší spotřebič v celém systému a musela by běžet celý rok. Výhoda by byla možnost predehřívání vzduch v rekuperačním výměníku, v zimě by však bylo nutné do jednotky vložit ohřívač. Teplovodní není v tomto systému ideální. Elektrický ohřívač by byl další spotřebič, který by potřeboval elektrickou energii hlavně v zimě.

Nucené větrání bylo vloženo do Energie 2016, aby bylo zjištěno, jak nám ovlivní celkový návrh nucené rovnotlaké větrání se vzduchotechnickou rekuperační jednotkou.



Graf 12 - Porovnání větrání v systému (autor)



Graf 13 - Porovnání větrání v systému (autor)

Jak je vidět na grafu 12 a grafu 13, zvýší se celková dodaná energie do budovy vložím nuceného větrání.

V rámci návrhu soběstačného domu neuvažujeme o variantě nuceného větrání. Celý systém by byl celkově složitější, dražší a s vyšší spotřebou elektrické energie.

6 Konečný návrh

Konečný návrh je jakýmsi kompromisem mezi soběstačností a ekonomickou smysluplností.

Jak je vidět v analýze FV ostrovní elektrárny, vždy je nutné nějakým způsobem zajistit druhý zdroj elektrické energie. Ať je to již zmiňované připojení na síť, které snižuje celkovou návratnost celé ostrovní elektrárny nebo druhotný zdroj v podobě elektrocentrály.

Elektrocentrála není ekologický způsob získávání elektrické energie v případě, kdy je možné dům napojit na veřejnou síť a doplnit zimní měsíce o chybějící energii. Naopak elektrocentrála je vhodná v místě, kde není možné připojení na veřejnou síť či vybudování přípojky by bylo velmi drahé. V obou případech se nejedná o zdroj, který by se dal nazvat slovem soběstačný.

Byla zvolena varianta, kdy je dům napojený na elektrickou síť a vzniká tím pádem poloostrovní systém FV elektrárny, který dává smysl v místě, kde se může objekt připojit na veřejnou síť.

V průběhu práce bylo zjištěno, že na parcele je možnost připojení na veřejnou elektrickou síť, a proto je vhodné dům připojit. Záleží již pouze na uživateli, jak bude pracovat se svou spotřebou či do budoucna navýší počet akumulátorů a bude více soběstačný.

Je samozřejmé, že v tuto chvíli již nelze mluvit o soběstačném domě.

6.1 Vytápění

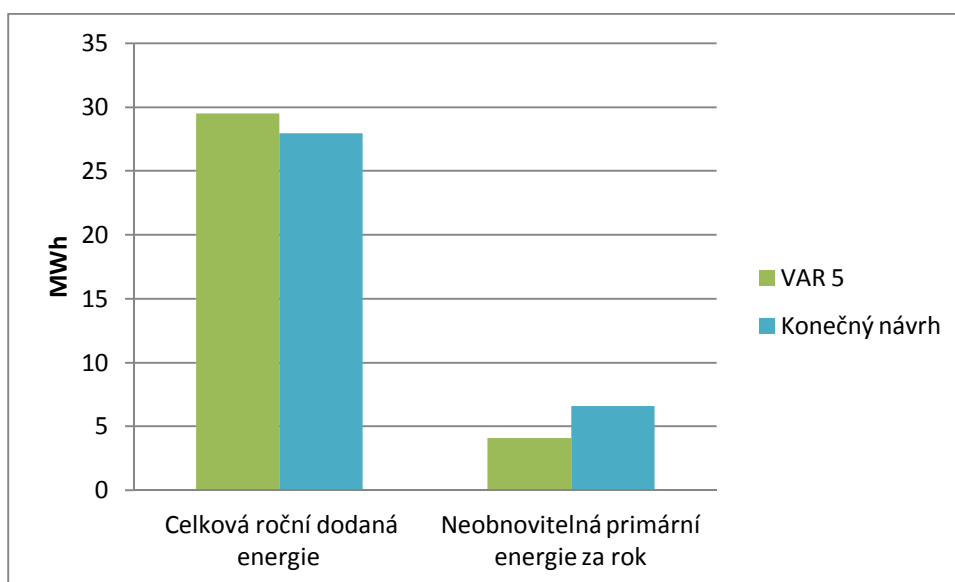
Nakonec byla zvolena těžká akumulční kamna na kusové dřevo bez výměníku. Výměník a celý otopný systém prodražuje návrh vytápění zhruba o 40 – 60 %. Akumulční kamna bez výměníku pokryjí 90 % potřeby tepla v domě. Naakumuluje se hmota a zároveň akumulční stěna navržená přes obě podlaží (sousedící s koupelnou v 1.NP a s dětským pokojem v 2.NP). Vždy se 1x cca za 24 - 48 hodin vloží do kamen zhruba 10 - 15 kg dřeva a kamna hřejí celou dobu pomocí sálavého tepla do objektu.

Díky dobrému architektonickému návrhu byla snížena otopná doba na minimum, jak díky malým tepelným ztrátám (4,5 kW), tak i díky solárním ziskům jižně orientovaných místností v přechodném období.

V tomto návrhu jsou použita elektrická otopná tělesa, která slouží k temperování vedlejších místností a umožňují zvyšovat komfort uživatele. Záleží již na užívání budovy a přemýšlení obyvatel, kolik měsíců v roce budou opravdu po energetické stránce soběstační.

Otopná tělesa jsou sálavé panely, které nikterak neruší ráz interiéru. Jsou řízena chytrou sítí v objektu, ale hlavní slovo má sám uživatel, který rozhodne, zda mu vystačí sálavé teplo z kamen či nikoliv.

V návrhu, kdy je pracováno se správným i komfortním užíváním, je stavba půl roku zcela soběstačná po energetické stránce.



Graf 14 - Srovnání varianty 5 s konečným návrhem (autor)

V konečném návrhu, kde je teplá voda ohřívána pouze elektrickou energií se liší od varianty 5, v níž je v kamnech umístěný výměník na teplo vodu a otopnou vodu.

Neobnovitelná primární energie pochopitelně stoupla z důvodu využívání elektrické energie ze sítě, ale celková roční dodaná energie je v konečném návrhu nižší.

6.2 Elektřina

Spotřeba v objektu byla přizpůsobena ostrovnímu režimu, i když je systém nakonec navržen jako poloostrovní. Jde o snahu jít co nejvíce soběstačnou cestou i při zachování určité ekonomické smysluplnosti a zachování komfortu uživatele.

Jelikož výkon FV elektrárny nejvíce roste v létě a nejvíce klesá v zimě, spotřeba byla uzpůsobena podobným průběhem. Jelikož vytápění je pokryto z 90 % v otopné sezóně akumulacími kamny na kusové dřevo a většina spotřebičů se používá pouze v době s dostatkem elektrické energie z FV, bylo možné přizpůsobit spotřebu dle produkce FV elektrárny.

Spotřebiče byly rozděleny do čtyř okruhů:

1. Spotřebiče 1. kategorie - spotřebiče, které musí běžet během celého roku
2. Spotřebiče 2. kategorie - spotřebiče, které se využívají pouze v době s dostatkem elektrické energie a sám uživatel si může zvolit, který typ spotřebiče využije
3. Spotřebiče 3. kategorie - spotřebiče, které využívají přebytky elektrické energie v letním období
4. Spotřebiče na stejnosměrný proud - spotřebiče, které potřebují stejnosměrné napětí a využívají se během celého roku jako spotřebiče 1. kategorie

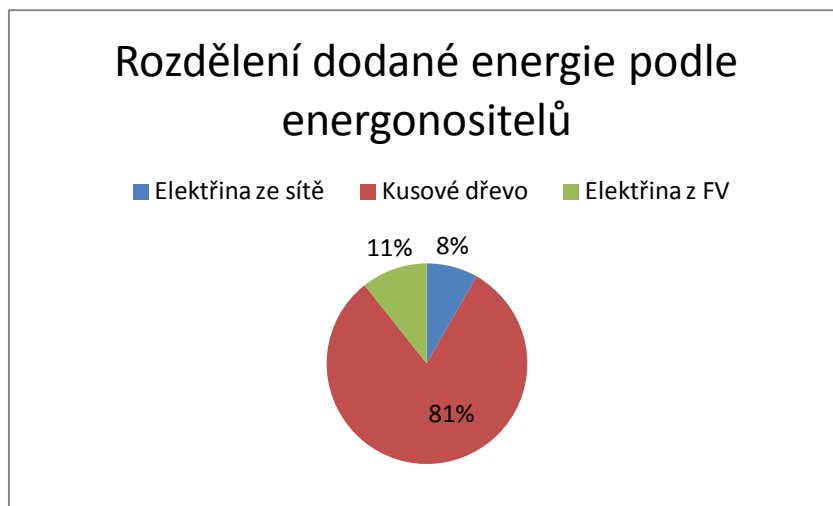
		Příkon	Čas	Celkem	Součet
		kW	h	kWh	kWh
Spotřebiče na stejnosměrný proud					
	Osvětlení A (12 V)	0,15	6	0,9	
	Zásuvky na 12 V	0,003	5	0,015	
	Ohřev TV pomocí FV	-	-	5,12	
Spotřebiče 1.kategorie					
<u>Nezbytné</u>	Domácí vodárna	1	0,5	0,5	
	Lednice	-	-	0,23	
	Oběhová čerpadla	0,01	20	0,2	
	Smart řízení	0,02	24	0,48	
					7,45
Spotřebiče 2.kategorie					
<u>Komfortní</u>	Elektrické přímotopy	1,6	3	4,8	
	Elektrická plotýnka	1,5	1	1,5	
	Zásuvky na 230 V	0,004	4	0,016	
					6,32
Celkem spotřebiče 1. a 2. kategorie					13,76
3.kategorie					
<u>Přebytkové</u>					
	Myčka			0,75	
	Cerpadlo dešťová voda	1	0,5	0,5	1,25
Maximální špičková spotřeba					15,01

Tabulka 14 - Odhadovaná spotřeba objektu (autor)

Měsíc	Produkce FV systému	Denní průměrná produkce FV systému
	kWh	kWh
Leden	154,19	5,0
Únor	288,17	10,3
Březen	374,38	12,1
Duben	452,62	15,1
Květen	480,47	15,5
Červen	415,28	13,8
Červenec	460,61	14,9
Srpen	465,86	15,0
Září	392,5	13,1
Říjen	225,55	7,3
Listopad	160,62	5,2
Prosinec	129,47	4,2

Tabulka 15 - Produkce FV systému (autor)

Produkce FV systému nám v tuto chvíli nepokryje celý rok spotřeby spotřebičů 1.kategorie. Objekt je soběstačný půl roku za předpokladu určitého chování uživatele. Doba trvání soběstačnosti se může měnit dle jednotlivých spotřeb konkrétních spotřebičů a konkrétního chování uživatele samotného.



Graf 15 - rozdělení dodané energie podle energonositelů (autor)

V systému FV hybridní elektrárny lze brát nedostatky elektrické energie ze sítě a zároveň v letních měsících se uvažuje s dodáváním přebytků do sítě.

System je složen z 12 FV panelů BenQ, dále potom WATTRouteru, měniče AC/DC, baterie LiFePo4. Celé schéma viz příloha Projektová dokumentace.

6.3 Vodní a odpadní hospodářství

Získání pitné vody je nejdůležitější částí návrhu. Bez elektrické energie člověk dokáže přežít, pokud je schopný vytvořit si teplo, ale bez vody nepřežije. Samozřejmě k získání vody je nutná elektrická energie, tedy vše je propojené. Je však možnost využít ruční pumpu a získat vodu lidskou silou.

Nejprve by musel být proveden hydrogeologický průzkum, aby se zjistila kvalita a ideální místo podzemní vody. Jelikož v této fázi žádný průzkum nebyl proveden, pracuje se s ideálními podmínkami, které by mohly na území nastat.

Místo vrtu je hned za domem na severní straně, je instalována ruční pumpa, na níž si člověk může zkusit, jak je náročné získat vodu ručně. Počítá se s hloubkou větší než 7,5 m, proto je navrženo ponorné čerpadlo v rámci návrhu domácí vodárny.

Pomocí tlakového spínače se pošle signál do ponorného čerpadla, které sepne a naplní tlakovou nádobu umístěnou v technické místnosti o objemu 100 l. Počítá se s celkovou spotřebou 200 l vody za den. Opět se jedná o poučeného uživatele, který ví, jak šetřit s vodou.

V rámci návrhu domácí vodárny je počítáno se zapojením ponorného čerpadla do tlakové nádoby přes zpětnou klapku a tlakový spínač. U tlakové nádoby je pak tlakoměr, ze kterého jdou informace do spínače a dále do čerpadla, zda má sepnout či nikoliv.

NÁVRH TLAKOVÉ NÁDOBY			
p2	abs.min.tlak tlak. Spínače	2 bar	
p1	abs. max. tlak tlak. Spínače	4 bar	
A	max. průtok systému	8 m ³ /h	
		133 l/min	
P	výkon pumpy	1 kW	
V	objem tlakové nádoby	100 l	
	spotřeba elektřiny	750 W/den	
K zabránění častých startů pumpy, množství vody v nádobě by mělo odpovídat max. průtoku násobeno výkonem pumpy			
	R=A*P	133 l	
Tlaková nádoba		150 l	
Max. tlak		10 bar	
Připojení		1" 1/2	
Rozměry		550/800	šxv

Tabulka 16 - Návrh tlakové nádoby (11)

Tlaková nádoba byla navržena na velikost 150 l. Z tlakové nádoby jde pitná voda k jednotlivým zařizovacím spotřebičům i do stacionárního zásobníku na teplou vodu.

Teplá voda je ohřívána pomocí stejnosměrného proudu z FV a v případě nedostatku energie z FV elektrárny a nedostatek energie z baterií, je zásobník dohříván pomocí střídavého proudu.

V rámci návrhu se počítá s dostatkem množství pitné vody z vrtu, proto se v projektu nepočítá s využíváním šedých odpadních vod. Pokud by bylo po hydrogeologickém průzkumu zjištěno, že na parcele není dostatek podzemní vody, musel by být pozměněn celý přístup k nakládání se šedými vodami i dešťovými.

V této chvíli se navrhuje využívání dešťových vod pouze pro splachování a pro eventuální závlahu zahrady. Nejprve bylo vypočítáno množství dešťové vody a velikost nádrže a poté byl zvolen typ, který by byl vhodný do objektu.

Návrh vhodného typu akumulární nádrže				
Využitelná plocha střechy	P	104	m ²	
Množství srážek	j	600	mm/rok	
Koeficient odtoku střechy	f _s	0,7		
Koeficient účinnosti filtru mech. nečistot	f _f	0,9		
Množství zachycené srážkové vody	Q	39,31	m ³ /rok	$Q=(j*P*f_s*f_f)/1000$
Koeficient optimální velikosti	z	20		
Objem nádrže dle množství využitelné srážkové vody	V _p	2,2	m ³	$V_p=(Q/365)*z$
Počet obyvatel	n	4		
Celková spotřeba veškeré vody na jednoho obyvatele a den	S _d	50	l	
Koeficient využití srážkové vody	R	0,4		
Koeficient optimální velikosti	z	20		
Objem nádrže dle spotřeby vody	V _v	1,6	m ³	$V_v=(n*S_d*R*z)/1000$
	V _n =MIN(V _v ; V _p)	V _n	1,6	m ³
Návrh výrobku AS-REWA kombi 2EOZ				
<i>Tabulka byla vytvořena pomocí výpočtové stránky: Návrh systému pro využití srážkové vody : ASIO, spol. s r.o. http://www.asio.cz/cz/navrh-systemu-pro-vyuziti-srazkove-vody, dne 1.12.2016, 14:10 ASIO, spol. s r.o., Kšírova 552/45, 619 00 Brno, tel.: 548 428 111, e-mai: asio@asio.cz</i>				

Tabulka 17 - Návrh vhodného typu akumulární nádrže (13)

Odpadní hospodářství zůstává stejné. Likvidace přečištěných odpadních vod pomocí zásaku do podzemních vod. Přečištění pomocí anaerobního separátoru a zemního filtru.

6.4 Větrání

Větrání zůstalo stejné od soutěžního návrhu a to znamená, že je z 90 % přirozené a je nutná informovanost uživatelů o konkrétním stavu a složení vzduchu v budově.

Pomocí Smart řízení uživatel vidí, zda má otevřít okno a vyvětrat či nikoliv. Zbytek větrání (10 %) je uvažováno podtlakově v koupelně se záchodem. Je opět na uživateli, zda podtlakové větrání využije či nikoliv. V koupelně je umístěné okno, kterým lze vyvětrat i bez elektrické energie, ale za horšího komfortu.

Je uvažováno s komínovým efektem v zimě od akumulčních kamen vzhůru do 2. NP skrz galerii. Větrací otvory u oken slouží pro infiltraci čerstvého vzduchu do objektu, mohou se zcela uzavřít či částečně pootevřít.

Podpora přirozeného větrání je umístěna nad kuchyní v 2. NP ve střeše, jedná se o větrací hlavici, která může být připojena na malý FV panel nebo stačí vítr, který hlavici roztočí a podtlakově vysává vzduch z objektu. Větrací hlavice LOMANCO ENERGO EKO dokáže vyvinout při rychlosti větru 8 km/h 590 m³/h. Při objemu místnosti obývacího pokoje a galerie 250 m³, vychází intenzita výměny vzduchu zhruba 0,5 1/h, což při dostatečném přívodu čerstvého vzduchu do interiéru je ideální pro větrání obytných místností.

Pokud se uživatel nebude chovat správným způsobem, může být vnitřní prostředí s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu nevyhovující.

Tato cesta návrhu větrání není zcela komfortní pro život v domě. Nepotřebuje však ke svému chodu téměř žádnou elektrickou energii, až na jeden ventilátor v koupelně, který se využívá v době s dostatkem elektrické energie. Vždy je i v koupelně možnost otevřít okno a tím ušetřit elektrickou energii.

7 Závěr

Návrh soběstačného domu není obvyklou situací. V rámci celého návrhu je nutné již od počátku projektu spojit síly všech profesí. Uvažovat o stavbě v širším měřítku a hned na začátku si ujasnit, proč by se investor i projektant měl vydat cestou soběstačnosti.

Častější jsou soběstačné objekty sloužící pouze jako chatky, které nemají možnost připojení na veřejnou síť či veřejnou kanalizaci. V tuto chvíli lidé využívají nejčastěji elektrocentrálu či pár fotovoltaických panelů a v zimě, v době nedostatku slunečního svítu, na chatu nejezdí. Kanalizaci mají vyvedenou do jímky na vyvážení a jelikož není budova obydlena trvale, není nutné vyvážení příliš často.

V této práci byl řešen jiný přístup k soběstačnosti, a tím byl rodinný dům obydlený celoročně. Lidé, kteří žijí v soběstačném domě (míněno v České republice), si vybrali tuto cestu z určitého přesvědčení, že je to ta správná cesta, a nevadí jim snížený komfort a celkové přizpůsobení života dle počasí a chodu domácnosti. Soběstačnost je v dnešní společnosti čím dál častější téma. Mluví se nejenom o soběstačnosti, ale rovněž o ekologii, udržitelnosti, životním prostředí, obnovitelných zdrojích energie atd.

Cílem této práce bylo zjistit, jakým způsobem lze přistupovat k návrhu soběstačného domu a jaká rizika jednotlivé návrhy přinášejí. Bylo nutné vyhodnotit, zda je od začátku přístup ostrovnosti správnou cestou. Nejprve se hledala cesta jakým způsobem by celý systém mohl fungovat.

Vycházela jsem ze soutěžního konceptu v rámci technického řešení objektu apartmánu pro čtyřčlennou rodinu ve velikosti a funkci klasického rodinného domu. Všechny zkoumané varianty byly uzpůsobené životu v soběstačném domě, ať to je jiný způsob užívání objektu, rozdělení spotřebičů do čtyř okruhů, z důvodu využívání některých spotřebičů pouze v době s dostatkem elektrické energie nebo likvidace odpadních vod bez elektrické energie.

Jednotlivé varianty byly inspirovány již existujícími objekty v České republice, které se snaží najít cestu k úplné soběstačnosti. Žádný z příkladů domů v první části této diplomové práce však není zcela soběstačný. Domy vždy využívají jako druhý zdroj elektrické energie elektrocentrálu či dováží do domu plynové bomby.

V konečném návrhu jsem došla k závěru, že v dnešní době není zcela smysluplné nenapojovat se na veřejnou síť, pokud je to možné. V případě, kdy není možnost přípojky, je vhodné vložit do systému druhý zdroj elektrické energie.

Konečný návrh není soběstačným domem, je pouze cestou jak se k němu alespoň přiblížit. Ideální podmínky ukazují, že dům by mohl být soběstačný půl roku za ukázněného chování uživatele. Možná je jen otázka času, kdy bude veškerá elektřina vyrobená z fotovoltaiky veřejně sdílená. Přebytky tak budou moci být dováženy na místo, kde je elektrická energie právě potřeba a v zimním období se bude čerpat z baterií, které budou mít dostatečnou kapacitu a ekonomicky se vyplatí si je pořídit a nepřipojovat se na síť.

Hlavní ukazatel a výsledek celé diplomové práce tkví v zamyšlení se nad celkovou spotřebou obyvatel. Není důležité být soběstačný, ale přemýšlet nad tím, jak se chová a jak můžu jednoduše šetřit (nejenom peníze) a přitom v určité míře nezhoršovat svůj vlastní komfort.

Důležité je si uvědomit, že pitná voda a elektřina nemusí být vždy samozřejmostí. Je dobré, že existují lidé, kteří se snaží žít soběstačně, a díky nim se můžeme posouvat dále, i když to nemusí být nutně radikálně pouze soběstačnou cestou.

8 Použitá a doporučená literatura

1. **Otýs, Karel.** Nezávislý dům. *Nezávislý dům*. [Online] [Citace: 17. Říjen 2016.] <http://nezavislydum.cz/>.
2. **Fojt, Pavel.** *Ostrovní dům*. [Online] [Citace: 18. Říjen 2016.] <http://ostrovnidum.cz/>.
3. **Ekovesnice.** *Ekovesnice*. [Online] [Citace: 18. Říjen 2016.] <http://ekovesnice.cz/>.
4. *Letní škola TZB 2016 - Technická zařízení pro zdravé vnitřní prostředí v energeticky úsporných budovách.* **autorů, Kolektiv.** Praha : Společnost pro techniku prostředí, 2016. ISBN 978-80-02-02676-1.
5. **Skořepa, Petr.** *Cesta soběstačnosti*. místo neznámé : Ekovesnice.cz, 2012.
6. **Jaroš, František.** *Zionfarm*. [Online] 2015. [Citace: 31. Říjen 2016.] <http://www.zionfarm.cz/>.
7. **Český ostrovní dům, s.r.o.** Soutěžní podmínky. *UNIKÁTNÍ STUDENTSKÁ ARCHITEKTONICKÁ SOUTĚŽ*. Praha : autor neznámý, 2016.
8. -. Nahlížení do katastru. <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz>. [Online] [Citace: 20. Listopad 2016.] <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=619868&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>.
9. —. mapy.cz. [Online] [Citace: 20. Listopad 2016.] <https://mapy.cz/zakladni?x=14.2511695&y=48.6591959&z=16&base=ophoto>.
10. **Čivrná, Tereza a Fraňková, Markéta.** Český ostrovní dům 2016. *Soutěžní návrh Český ostrovní dům 2016*. Praha, 2016.
11. **Pachta, Ladislav.** e-cerpadla. *Domáci vodárny*. [Online] [Citace: 10. Květen 2016.] <http://www.e-cerpadla.cz>.
12. **DRAŽICE.** *dzd-fv. Fotovoltaická řešení*. [Online] [Citace: 10. Květen 2016.] <http://www.dzd-fv.cz/cs>.
13. **Asio.** Čištění odpadních vod. *asio.cz*. [Online] [Citace: 10. Květen 2016.] <http://www.asio.cz>.
14. **LOMANCO.** Automatické odvětrání. *abcweb.cz*. [Online] [Citace: 10. Květen 2016.] <http://www.abcweb.cz/lomanco-energo-automaticke-odvetrani-strech>.
15. **Zmrhal, Vladimír.** *Větrání rodinných a bytových domů*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2014. ISBN 978-80-247-4573-2.
16. **Tywoniak, Jan a kolektiv.** *Nízkoenergetické domy 3, nulové, pasivní a další*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2012. ISBN 978-80-247-3832-1.

17. **TURYNA.** Akumulační kamna. *krby-turyna*. [Online] [Citace: 10. Květen 2016.] <http://www.krby-turyna.cz/akumulacni-kamna>.
18. **Tonwerk.** Akumulační kamna. *tonwerk.cz*. [Online] [Citace: 10. Květen 2016.] tonwerk.cz.
19. **ŠOVČÍK, PETER.** Velkoplošné vytápění. *ASB-PORTAL*. [Online] 22. červenec 2010. [Citace: 10. březen 2015.] <http://www.asb-portal.cz/tzb/vytapeni/velkoplosne-vytapeni>.
20. **SUNPI.** Fotovoltaický ohřev vody - DZ Dražice Logitex. *SUNPI*. [Online] [Citace: 19. Duben 2016.] <http://www.sunpi.cz/fotovoltaicky-ohrev/drazice-logitex/>.
21. **Srdečný, Karel.** Solární ohřev vody z pohledu ceny - vyplatí se spíš fotovoltaika. *nazeleno*. [Online] 14. Říjen 2013. [Citace: 19. Duben 2016.] <http://www.nazeleno.cz/solarni-ohrev-vody-z-pohledu-ceny-vyplati-se-spis-fotovoltaika.aspx>.
22. **PETRÁŠ, DUŠAN a kol.** *NÍZKOTEPLTNÍ VYTÁPĚNÍ A OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE*. Bratislava : Jaga Group, s.r.o., 2008. ISBN 978-80-8076-069-4.
23. **Mlčoch, Zbyněk.** Jak vybrat čerpadlo nebo domácí vodárnu - návod, tipy, rady, zkušenosti. *zbynekmlcoch.cz*. [Online] 22. Říjen 2009. [Citace: 20. Duben 2016.] <http://www.zbynekmlcoch.cz/informace/texty/byt-dum-zahrada/jak-vybrat-čerpadlo-nebo-domaci-vodarnu-navod-tipy-rady-zkusenosti>.
24. **Hanousek, Miloš.** *TOPÍME DŘEVEM*. Praha : Grada Publishing, spol.s.r.o., 2001. ISBN 80-247-008-4.
25. **Murtinger, Karel a Truxa, Jan.** *SOLÁRNÍ ENERGIE PRO VÁŠ DŮM - I. VYDÁNÍ*. Brno : Computer Press, a.s., 2010. ISBN 978-80-251-3241-8.
26. **Počinková, Marcela, Čuprová, Danuše a Rubinová, Olga.** *ÚSPORNÝ DŮM*. Brno : CPress, 2012. ISBN 978-80-264-0014-1.
27. **Srdečný, Karel.** *Energeticky soběstačný dům realita či fikce?* místo neznámé : Era, 2007. ISBN 978-80-7366-103-8.
28. **Staněk, Kamil.** *Fotovoltaika pro budovy*. Praha : Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4278-6.
29. **Noskovič, Pavel a Pilch, Pavel.** *Spalování dřeva v malém ohništi*. místo neznámé : ROMOTOP, s.r.o.; Výzkumné energetické centrum VŠB-TU Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1889-4.

8.1 Seznam grafů

GRAF 1 - ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE PODLE ENERGOSONOSITELŮ VAR 1 (AUTOR)	- 56 -
GRAF 2 - ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE PODLE ENERGOSONOSITELŮ - VAR 2 (AUTOR)	- 57 -
GRAF 3 - ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE PODLE ENERGOSONOSITELŮ - VAR 3 (AUTOR)	- 58 -
GRAF 4 - POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT (AUTOR)	- 58 -
GRAF 5 - POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT (AUTOR)	- 59 -
GRAF 6 - CELKOVÉ ROČNÍ PRODUKCE FV SYSTÉMU VŠECH VARIANT (AUTOR)	- 60 -
GRAF 7 - ROČNÍ POTŘEBA ELEKTŘINY Z JINÉHO ZDROJE (AUTOR)	- 61 -
GRAF 8 - MÍRA VYUŽITÍ FV SYSTÉMU (AUTOR)	- 61 -
GRAF 9 - ROČNÍ PRODUKCE PŘEBYTKŮ EL. ENERGIE (AUTOR)	- 62 -
GRAF 10 - POROVNÁNÍ VARIANT 5 A 7 (AUTOR)	- 63 -
GRAF 11 - MÍRA VYUŽITELNOSTI FV SYSTÉMU VE VARIANTÁCH 5 A 7 (AUTOR)	- 63 -
GRAF 12 - POROVNÁNÍ VĚTRÁNÍ V SYSTÉMU (AUTOR)	- 67 -
GRAF 13 - POROVNÁNÍ VĚTRÁNÍ V SYSTÉMU (AUTOR)	- 67 -
GRAF 14 - SROVNÁNÍ VARIANTY 5 S KONEČNÝM NÁVRHEM (AUTOR)	- 69 -
GRAF 15 - ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE PODLE ENERGOSONOSITELŮ (AUTOR)	- 73 -

8.2 Seznam tabulek

TABULKA 1 - SKLADBA STĚNY (10)	- 37 -
TABULKA 2 - SKLADBA STŘECHY (10)	- 37 -
TABULKA 3 - SKLADBA PODLAHY NA TERÉNU (10)	- 37 -
TABULKA 4 - SKLADBA STROPU (10)	- 38 -
TABULKA 5 - KAPACITNÍ ÚDAJE (10)	- 39 -
TABULKA 6 - ENERGETICKÁ BILANCE ZE SOUTĚŽNÍHO NÁVRHU ČOD 2016 (10)	- 39 -
TABULKA 7 - ÚVAHA NAD CHODEM SPOTŘEBIČŮ BĚHEM CELÉHO ROKU (AUTOR)	- 42 -
TABULKA 8 - PRŮMĚRNÁ PRODUKCE FV PANELŮ VERSUS PRŮMĚRNÁ SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE (AUTOR)	- 43 -
TABULKA 9 - PARAMETRY BUDOVY (AUTOR)	- 50 -
TABULKA 10 - NEJVYŠŠÍ NAMĚŘENÉ HODNOTY TEPLOT V BUDOVĚ (VYPOČTENO POMOCÍ PROGRAMU DESIGNBUILDER) (AUTOR)	- 52 -
TABULKA 11 - MAXIMÁLNÍ A MINIMÁLNÍ TEPLoty V KRITICKÝCH MÍSTNOSTECH PO ÚPRAVÁCH (AUTOR) - 52 -	
TABULKA 12 - POROVNÁNÍ NÁVRATNOSTÍ RŮZNÝCH VARIANT (AUTOR)	- 64 -
TABULKA 13 - SEZNAM ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ A MNOŽSTVÍ ODPADNÍCH VOD (AUTOR)	- 65 -
TABULKA 14 - ODHADOVANÁ SPOTŘEBA OBJEKTU (AUTOR)	- 71 -
TABULKA 15 - PRODUKCE FV SYSTÉMU (AUTOR)	- 72 -
TABULKA 16 - NÁVRH TLAKOVÉ NÁDOBY (11)	- 74 -
TABULKA 17 - NÁVRH VHODNÉHO TYPU AKUMULAČNÍ NÁDRŽE (13)	- 75 -

8.3 Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 - NEZÁVISLÝ DŮM S FV PANELY NA STŘEŠE (1)	- 13 -
OBRÁZEK 2 - POHLED NA OBĚ BUDOVY NEZÁVISLÉHO DOMU (1)	- 14 -
OBRÁZEK 3 - NÁDRŽE NA DEŠŤOVOU VODU (1)	- 14 -
OBRÁZEK 4 - DOMÁCÍ VODÁRNA (1)	- 14 -
OBRÁZEK 5 - MĚNIČ (VPRAVO NAHOŘE) A BATERIE (VPRAVO DOLE) (1)	- 15 -
OBRÁZEK 6 - POHLED NA DŮM Z ULICE (2)	- 15 -
OBRÁZEK 7 - PŮDORYS DOMU (2)	- 16 -

OBRÁZEK 8 - ATRIUM DOMU - JEDINÉ OSVĚTLENÍ VNITŘNÍCH POKOJŮ (2).....	- 16 -
OBRÁZEK 9 - JIŽNÍ PROSKLENÁ ČÁST - VSTUP DO OBÝVACÍHO POKOJE (2).....	- 17 -
OBRÁZEK 10 - POCHOZÍ ZELENÁ STŘECHA (2)	- 17 -
OBRÁZEK 11 - SCHÉMA ZAPOJENÍ FV ELEKTRÁRNY (2)	- 19 -
OBRÁZEK 12 - VIZUALIZACE RODINNÉHO DOMU (5)	- 21 -
OBRÁZEK 13 - SCHÉMA VODY (5).....	- 22 -
OBRÁZEK 14 - SCHÉMA VYTÁPĚNÍ A CÍRKULACE VZDUCHU V ZIMĚ (5)	- 22 -
OBRÁZEK 15 - SCHÉMA ELEKTRICKÉ ENERGIE (5)	- 23 -
OBRÁZEK 16 - STAV DOMU PŘED REKONSTRUKCÍ (6).....	- 24 -
OBRÁZEK 17 - DŮM PO SEDMI LETECH UŽÍVÁNÍ (6)	- 25 -
OBRÁZEK 18 - OBÝVACÍ POKOJ (AUTOR).....	- 25 -
OBRÁZEK 19 - STUDNA S PITNOU VODOU A V POZADÍ JEZÍRKO NA ZADRŽOVÁNÍ DEŠŤOVÉ VODY(AUTOR)	- 26 -
OBRÁZEK 20 - DOMÁCÍ VODÁRNA A NÁDRŽ NA DEŠŤOVOU VODU (AUTOR)	- 27 -
OBRÁZEK 21 - FV ELEKTRÁRNA (AUTOR).....	- 28 -
OBRÁZEK 22 - KONSTRUKCE FV ELEKTRÁRNY K NATÁČENÍ VŮČI SVĚTOVÝM STRANÁM (AUTOR).....	- 28 -
OBRÁZEK 23 - BATERIE A MĚNIČ PRO OSTROVNÍ SYSTÉM (AUTOR).....	- 29 -
OBRÁZEK 24 - MAPA PARCELY Z KATASTRU NEMOVITOSTÍ (8)	- 32 -
OBRÁZEK 25 - PARCELA 721/1 (9).....	- 33 -
OBRÁZEK 26 - SOUTĚŽNÍ NÁVRH ČESKÝ OSTROVNÍ DŮM 2016 (10).....	- 33 -
OBRÁZEK 27 - SITUACE APARTMÁNOVÝCH JEDNOTEK (10)	- 34 -
OBRÁZEK 28 - PŮDORYS 1. NP (10)	- 34 -
OBRÁZEK 29 - PŮDORYS 2. NP (10)	- 35 -
OBRÁZEK 30 - ŘEZ A - A' (10).....	- 35 -
OBRÁZEK 35 - POHLEDY (10).....	- 36 -
OBRÁZEK 32 - GRAF ROZDÍLU DENNÍ PRODUKCE A SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE (AUTOR)	- 44 -
OBRÁZEK 33 - GRAF ROZDÍLU MĚSÍČNÍ PRODUKCE A SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE (AUTOR)	- 44 -
OBRÁZEK 34 - AKUMULAČNÍ NÁDRŽ OHŘÍVÁNA POMOCÍ SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ (12).....	- 46 -
OBRÁZEK 35 - SCHÉMA ZAPOJENÍ OHŘEVU VODY POMOCÍ FV PANELŮ (12).....	- 47 -
OBRÁZEK 36 - ANAEROBNÍ SEPARÁTOR AS-ANASEP (13).....	- 47 -
OBRÁZEK 37 - BIOLOGICKÝ ZEMNÍ FILTR AS-ZEON (13)	- 48 -
OBRÁZEK 38 - VĚTRACÍ HLAVICE (14).....	- 48 -
OBRÁZEK 39 - SYSTÉM PROUDĚNÍ VZDUCHU V ZIMĚ (AUTOR)	- 49 -
OBRÁZEK 40 - SYSTÉM PROUDĚNÍ VZDUCHU V LÉTĚ (AUTOR).....	- 49 -
OBRÁZEK 41 - GRAF PŘEDPOKLÁDANÉ SPOTŘEBY V OBJEKTU (AUTOR).....	- 51 -
OBRÁZEK 42 - DENNÍ PRODUKCE FV SYSTÉMŮ A DENNÍ SPOTŘEBA ELEKTŘINY V BUDOVĚ [KWH/DEN] (SOFTWARE SVOBODA - ENERGIE 2016).....	- 53 -
OBRÁZEK 43 - ENERGIE ULOŽENÁ V AKUMULÁTORECH [KWH] (SOFTWARE SVOBODA - ENERGIE 2016).... 54 -	- 54 -
OBRÁZEK 44 - DENNÍ EXPORTOVANÁ PRODUKCE FV SYSTÉMŮ A DENNÍ ODBĚR ZE SÍTĚ [KWH/DEN] (SOFTWARE SVOBODA - ENERGIE 2016)	- 54 -
OBRÁZEK 45 - DENNÍ VYUŽITELNÁ PRODUKCE FV SYSTÉMŮ V BUDOVĚ [KWH/DEN] (SOFTWARE SVOBODA - ENERGIE 2016)	- 55 -
OBRÁZEK 46 - SCHÉMA VODNÍHO A ODPADNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ (AUTOR).....	- 66 -

8.4 Přílohy

- Výpočet konečné varianty ze softwaru Svoboda Energie 2016
- Projektová dokumentace
 - Situace
 - Půdorys 1.NP - kanalizace
 - Půdorys 2.NP - kanalizace
 - Půdorys 1.NP - vodovod
 - Schéma vody
 - Půdorys 1.NP - vytápění
 - Půdorys 2.NP - vytápění
 - Schéma FV elektrárny