

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor: 11. Stavebnictví, architektura a design interiér



SOBĚSTAČNÝ RODINNÝ DŮM

Miroslav Faist

Plzeňský kraj

Plzeň, 2019

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor: 11. Stavebnictví, architektura a design interiér

SOBĚSTAČNÝ RODINNÝ DŮM

OFF-GRID HOUSE

Autoři: Miroslav Faist

Škola: Střední průmyslová škola stavební, Chodské náměstí 2, 301 00 Plzeň

Kraj: Plzeňský

Konzultant: Ing. arch. Trčková Irena

Plzeň, 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Plzni dne

Podpis

Poděkování

Děkuji Ing. arch. Ireně Trčkové za vřelou pomoc, kterou mi při projektu poskytovala, za objektivní připomínky, ochotu a píli, které se mně dostávalo. Také bych chtěl poděkovat všem ostatním učitelům ze Střední průmyslové školy stavební, kteří mně pomáhali najít řešení technologických problémů, a samozřejmě i rodině za psychickou podporu.

Anotace

Předmětem práce středoškolské odborné činnosti bylo vytvořit absolutně soběstačný dům, který by fungoval bez všech inženýrských sítí a navíc bez většího přičinění člověka. Dokázal by regulovat teplotu, intenzitu světla, předpovídat počasí a podle toho upravovat spotřebu a doporučovat využití energie. Byl by soběstačný hned v několika odvětvích, jako jsou výroba elektrické energie, vytápění, ohřev teplé vody, částečně v zemědělství, v likvidaci odpadních vod a zdroji pitné vody.

Klíčová slova

Soběstačnost; rodinný dům; ekologie; energetická nezávislost; chytrá domácnost

Annotation

The essay of Students' Professional Activities deals with creating an off-grid house that would work without all the engineering networks, moreover, without a help of human being. The house itself regulates temperature, light, predict weather and adjust power consumption accordingly. It would be self-sufficient in several factors, such as power generation, heating, water heating, partly in agriculture, wastewater disposal and drinking water sources.

Keywords

Self-sufficient; house; ecology; energy independence; smart home

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Soběstačný rodinný dům.....	8
3	Popis objektu.....	8
3.1	Důvod návrhu.....	8
3.2	Architektonický popis	9
3.3	Technický popis	10
3.4	Dispozice 1.NP.....	11
3.5	Dispozice 2.NP.....	12
3.6	Situace	13
4	Seznam příloh	14
5	Energetická koncepce	15
5.1	Výroba elektrické energie	15
5.1.1	Solární střešní tašky	15
5.1.2	Solární fasáda.....	17
5.1.3	Fotovoltaické panely.....	17
5.1.4	Větrná elektrárna.....	18
5.1.5	Bateriové uložení	19
5.2	Spotřeba elektrické energie	19
6	Vytápění a teplá voda	20
6.1	1. Možnost zapojení	20
6.1.1	Biomilíř.....	21
6.1.2	Trombeho stěna.....	23
6.1.3	Elektrina.....	24
6.1.4	Akumulační nádrže	24
6.1.5	Bojler	25
6.2	2. Možnost zapojení	25
6.2.1	Elektrina.....	25
6.2.2	Kotel na pelety	26
6.2.3	Akumulační nádrže	26
6.2.4	Bojler	26
6.3	3. Možnost zapojení	26

6.3.1	Tepelné čerpadlo	27
6.3.2	Elektrina	27
6.3.3	Akumulační nádrže	27
6.3.4	Bojler	27
7	Hospodaření s vodou	28
7.1	Zdroj pitné vody	28
7.2	Dešťová voda	29
7.3	Šedá voda	30
7.4	Čištění odpadních vod	30
7.4.1	Septik s anaerobním separátorem	31
7.4.2	Zemní filtr	31
7.4.3	Horizontální filtr a zasakovací objekt	32
8	Chytrá domácnost	33
9	Odpadní hospodářství	33
9.1	Třídění a recyklace	33
9.2	Kompostování	34
10	Zemědělská soběstačnost	34
10.1	Kur domácí	34
10.2	Ovocný sad	34
10.3	Záhony	35
10.4	Skleník	35
11	Nacenění	36
12	Závěr	38
13	Bibliografický záznam	39
14	Seznam obrázků a tabulek	42

1 ÚVOD

Ostrovní dům je ideálním typem objektu do míst, jako jsou horské chaty, rekreační objekty nebo rodinné domy umístěné na periferiích, kde se často nenacházejí žádné inženýrské sítě, dokonce ani elektrická síť. Pokud si však majitel nechce nechat ujít výhled na krásné panorama kolem a mít dobrý pocit, že šetří životní prostředí, napomáhá rozvoji obnovitelných zdrojů, které jak to vypadá, budou zanedlouho hýbat celým vývojem lidstva, je ideální využít ostrovní dům, který nepotřebuje žádnou třetí stranu. I přesto nám tento výčet budov pokrývá jen opravdu malou část zástavby. Proto se také většinou setkáme s částečně soběstačným domem, i ten však nemá v zástavbě až tak velké zastoupení. Zdaleka největší skupinou jsou rodinné domy s napojením na všechny sítě.

Částečně soběstačný dům může být napojený pouze na nějaké sítě, ne však na všechny. Nejrozšířenější je vlastní zdroj pitné vody a částečná soběstačnost na elektřině pomocí fotovoltaických¹ panelů. Není to však jediná možnost - je spousta jiných systémů, způsoby propojení a kogenerace. Osobně mne však více zaujal absolutně soběstačný dům, který je, nutno říci, složitější z hlediska návrhu, ale o to je jeho vymýšlení zajímavější a poučnější.

V tomto projektu jsem se však zaměřil na netradiční technologie i z pohledu ostrovních domů, protože bych chtěl tímto ukázat, že je možné vytápět objekt, ohřívat teplou vodu a vyrábět elektřinu i jinak, než jak jsme zvyklí tomu u konvekčních² projektů.

¹ fotovoltaika = metoda přímé přeměny slunečního záření na elektřinu [27]

² konvenční = konzervativní, obvyklý, běžný [26]

2 SOBĚSTAČNÝ RODINNÝ DŮM

Jde o objekt k bydlení, ve kterém se obyvatelé ocitají nezávislí vůči okolnímu prostředí, protože do domu nejsou přivedeny žádné inženýrské sítě ani elektřina. To vše si soběstačný dům obstarává sám bez většího přičinění člověka.

3 POPIS OBJEKTU

3.1 Důvod návrhu

Pro návrh rodinného soběstačného domu jsem se rozhodl z několika důvodů. Za prvé žiji již v částečně soběstačném domě, který je, bohužel, momentálně soběstačný pouze v oblasti zemědělství a vlastního zdroje pitné vody, ale v budoucnosti bychom však chtěli rodinný dům rozšířit o některé další technologie, kterými jsem se v tomto projektu zabýval.

Za druhé mne tato problematika celkově zaujala, protože se obyvatelé ostrovního domu stávají absolutně nezávislí vůči okolním zdrojům, a navíc je řešení velmi ekologické. Snažil jsem se využít nejnovější technologie přicházející na trh, nebo naopak odzkoušené a fungující již léta v praxi.

Mým posledním důvodem je určitá mezera na trhu, která vznikla v České republice, protože zatím neexistuje tolik firem zabývajících se touto tematikou. Byl bych velice rád, kdybych tímhle projektem přispěl ke zviditelnění soběstačných domů a představil technologie, které se v něm dají použít.

3.2 Architektonický popis

Hlavním architektonickým prvkem budovy jsou dvě pultové střechy proti sobě výškově odsazené, zastřešující dvě od sebe oddělené masy - 1. nadzemní podlaží obložené dřevěným obkladem a 2. nadzemní podlaží s povrchovou úpravou z pohledového betonu. U pohledového betonu bude stěna sendvičová s tepelnou izolací uvnitř a pohledovým betonem vně – z důvodu úniku tepla (tepelné mosty). Přístřešek pro auto je vytvořený rámem stejné tloušťky pokračujícím až k hlavnímu vchodu, díky kterému lze projít do objektu od přístřešku do domu suchou nohou. Obložení přístřešku je řešeno obkladem deskami Cetris. K objektu je připojena terasa, tvořena dřevěnou trámovou konstrukcí spojenými ocelovou závitovou tyčí v pohledovém pouzdře. Mezi jednotlivými dřevěnými prvky se nacházejí rolety s možností jejich vysunutí na stropní část terasy jako zastínění a popřípadě na stěnu jako zástěnu proti slunci, nebo pro rozrážení větru.

Pozemek je oplocen kamennou zídkou se sloupy vytvořenou z přírodních kamenů a výplň oplocení tvoří dřevěné plaňky se stejnou povrchovou úpravou, jako má dřevěný obklad na objektu.



Obrázek 1: Vizualizace



Obrázek 2: Model

3.3 Technický popis

Na stěnový systém objektu bude použit zdící systém Ytong, přesněji v obvodovém zdivu jsou použity tvárnice Lambda YQ 450, společně s vnitřní stěnou tvořenou tvárnicí Standard HL 300, vnitřní nenosné stěny jsou vyzděny příčkovkou Klasik 100. Stropy jsou z části složeny ze stropních dílců a ze stropu Ytong Ekonom. Obložení dřevem bude ke stěně připevněno pomocí dřevěného roštu. U pohledového betonu bude stěna sendvičová s tepelnou izolací uvnitř a pohledovým betonem vně – z důvodu úniku tepla (tepelné mosty). Přístřešek bude z vnější stěny obložen solární fasádou.

Na objektu se nachází dvě pultové střechy se střešními okny, nesené dřevěnými krovy a plochá zelená střecha se světlíky. Na jižní pultové střeše budou použity střešní solární tašky a na ploché střeše přístřešku pro auto budou pokrývat fotovoltaické panely.

Stavba je dimenzována pro 4 – 6ti člennou rodinu, a i v případě plného obsazení objektu zůstane volný pokoj pro hosty, který může majitel později využít jako pokoj pro rodiče, ke kterému náleží plnohodnotná koupelna.

V obývacím pokoji se nachází devítimetrové francouzské okno vynesené ocelovými sloupky a železobetonovým věncem. Nad obývacím pokojem se u krovu nachází průvlak přenášející část zatížení vaznic a umožňuje i s absencí sloupků dosáhnout požadovaného rozpětí.

3.4 Dispozice 1.NP

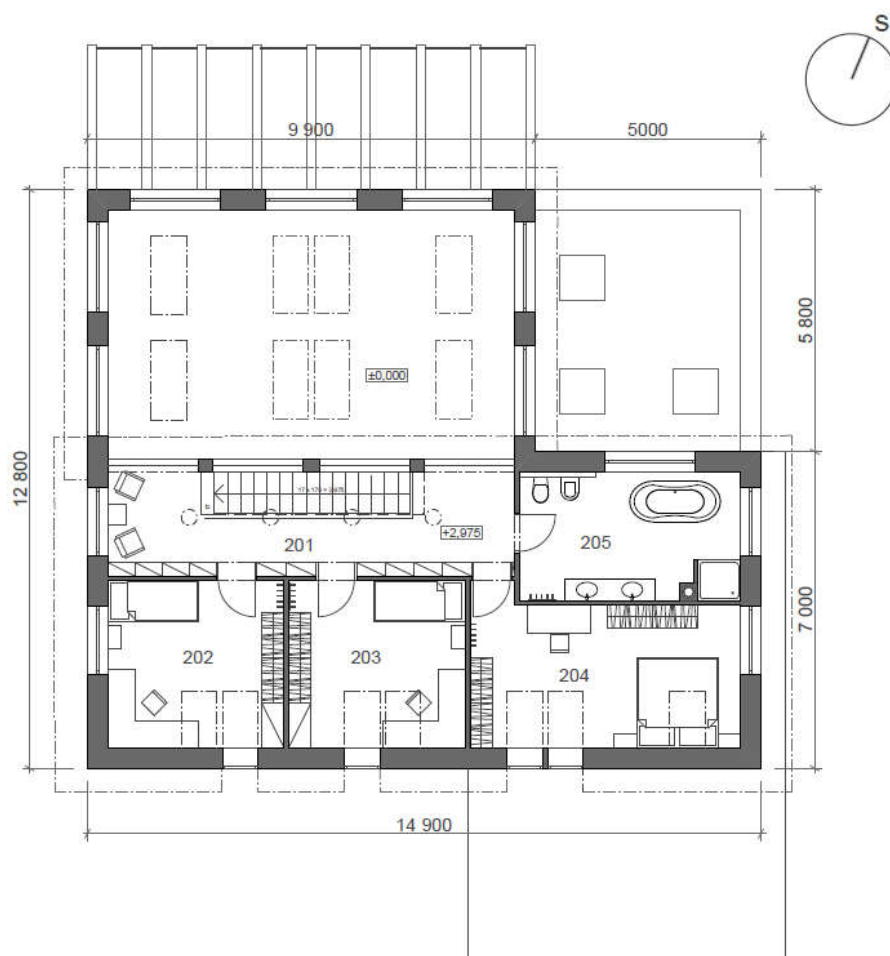
Nyní se dostáváme k samotnému 1. nadzemnímu podlaží, které je navrženo tak, aby kombinovalo zajímavé architektonické prvky se samotnou funkcí. Příjezdovou cestou vedoucí od vrat až k přístřešku pod auto, kde jsou umístěny popelnice v dřevěném boxu s ocelovým rámem a nabíjecí stanice pro elektromobil, se dostáváme až k domu. Od auta projdeme suchou nohou k hlavnímu vchodu do objektu, u kterého je po levé straně umístěn zvonek. Za vchodem se nachází zádveří, ze kterého vedou dveře do technické místnosti, šatny, toalety s umyvátkem a do samotné chodby prosvětlené dvěma dveřními otvory z obývacího pokoje, které výrazně napomáhají k pocitu vzdušného prostoru v celém interiéru. V chodbě se nachází schodiště s betonovými stupni vykonzolovanými ze střední nosné zdi, která je mimo jiné využita jako plocha pro umístění televize, zavěšenými na ocelových táhlech ze stropu, které zároveň plní nosnou funkci pro zábradlí ve formě nerezové sítě. Z chodby je přístupný pokoj pro hosty, který může být později využit jako pokoj pro rodiče. K pokoji je zde připravena plnohodnotná koupelna s umyvadlem, sprchovým koutem, toaletou, bidetem a vanou. Za pokojem pro hosty je navržena pracovna prosvětlená velkými francouzskými okny stejně jako obývací pokoj, kde francouzská posuvná okna zabírají všechny stěny navazující přímo na exteriér. Za prosklenou stěnou se nachází terasa se zatahovatelnými roletami. Obývací pokoj je spojený s kuchyňským koutem a jídelním stolem s pohledem do obývacího pokoje. Naproti kuchyňskému ostrovu se nachází spíž. Obývací pokoj samotný je dvoupatrový s pohledovými krokvemi, což znamená, že volně navazuje na galerii v 2. nadzemním podlaží, která je dostatečně osvětlena.



Obrázek 3: Studie 1.NP

3.5 Dispozice 2.NP

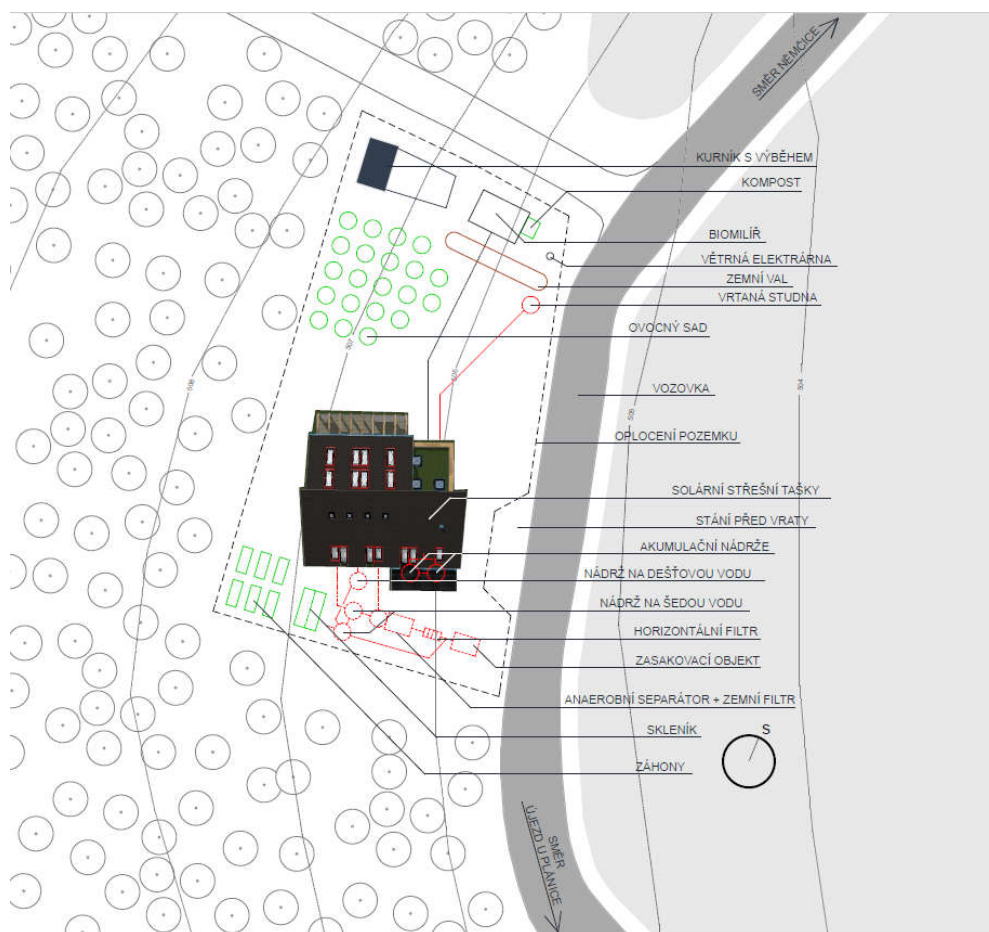
Celou jednu stěnu galerie zaujímá knihovna a její součástí jsou dveře do ložnice a dvou dětských pokojů. Zábradlí v 2. nadzemním podlaží tvoří skleněné panely v nerezovém rámu, které jsou identické s panely v prázdných otvorech v galerii. V každém pokoji je umístěn psací stůl, postel a šatní skříň. Nachází se v nich i speciální střešní okna s balkonem umožňující nerušený výhled do přírody. V ložnici jsem přidal ještě komodu s televizorem a samozřejmě manželskou postel s nočními stolky. Poslední místností je koupelna s umyvadly, sprchovým koutem, samostatně stojící vanou, toaletou a bidetem.



Obrázek 4: Studie 2.NP

3.6 Situace

Objekt je umístěn necelý kilometr od obce Újezd u Plánice, nachází se u silnice 3. třídy, která vede do obce Němčice, ze dvou stran ho obklopuje les, ze zbývajících dvou stran se nachází na sever pole a za vozovkou se rozléhá louka. Pozemek je obdélníkového charakteru, v dolní části je umístěn dům, který stíní záhony a skleník, na druhém konci pozemku je naprojektován kurník s výběhem pro chov domácího kuru. Vedle kurníku jsem umístil biomilíř³, před kterým se nachází zemní val se skalkou. Spolu s kompostovým reaktorem⁴ za valem můžeme najít kompost. Ovocný sad se rozléhá před výběhem, sahá až do poloviny horní části zahrady. V severovýchodním cípu pozemku předpokládám nález vody, proto jsem zde navrhl vrtanou studnu. Pod vrtem se nachází větrná elektrárna sekundující fotovoltaice na střešních rovinách. Pod rodinným domem jsou situovány všechny nádrže na filtraci, přečištění a akumulaci vody.



Obrázek 5: Situace

³ biomilíř = kompost vyrábějící tepelnou energii, pomocí uvnitř zabudovaných výměníků [9]

⁴ kompostový reaktor = biomilíř [9]

4 SEZNAM PŘÍLOH

1. Studie 1.NP
2. Studie 2.NP
3. Řez objektem
4. Situace
5. Vizualizace
6. Fotodokumentace modelu

5 ENERGETICKÁ KONCEPCE

V důsledku toho, že rodinný dům není žádným způsobem připojený k veřejnému rozvodu elektrické energie, bylo nutno vymyslet jiný nezávislý zdroj elektřiny pro ostrovní dům. Decentralizovanou výrobou energie s lokálním ukládáním dům přispívá k omezení konvenční výroby energie, která se získává z fosilních paliv nebo štěpením jádra. [1] Pozemek jsem vybral tak, aby se zde nenacházely žádné ojedinělé zdroje pro výrobu elektrické energie. Chtěl jsem tímto demonstrovat, že ostrovní dům lze postavit i v normálních podmínkách panujících na většině území České republiky.

5.1 Výroba elektrické energie

Jako hlavní zdroj bude použita solární energie, která je již v mnoha projektech hojně využívána, ale i přesto jsem chtěl přinést k tomuto probádanému oboru něco nového, mám na mysli nově představené solární střešní tašky a solární fasádní panely. Na plochou střechu přístřešku jsem navrhl klasické fotovoltaické panely. Využíváním solární energie přispívá objektu k udržení čistého životního prostředí. 1 MWh vyrobená fotovoltaickou elektrárnou sníží emise CO₂ o 0,5 tuny. [2] Vlastní výrobou energie s lokálním akumulátorem přispívá ostrovní dům k omezení konvenční výroby energie, která se získává ve velkém z černého nebo hnědého uhlí nebo štěpením jádra a šetří se tak životní prostředí. Bylo nutné vyřešit případný výpadek fotovoltaických článků, proto jsem přidal na pozemek ještě větrnou elektrárnu. V případě absence kotle na biomasu v objektu lze na žádost budoucího investora přidat benzínovou elektrocentrálu do technické místnosti, pokud by neměl absolutní důvěru v energiích z obnovitelných zdrojů. Tím však dojde k narušení snahy o čistě ekologické řešení. Všechna elektrická energie bude ukládána do akumulátorů nacházejících se v technické místnosti.

Rád bych ještě doplnil informaci, že v projektu používám fotovoltaické systémy firmy T-power, která používá v některých případech označení solární jako synonymum pro fotovoltaické, z tohoto důvodu se může zdát, že mluvím o systémech ohřívajících vodu, ale není tomu tak.

5.1.1 Solární střešní tašky

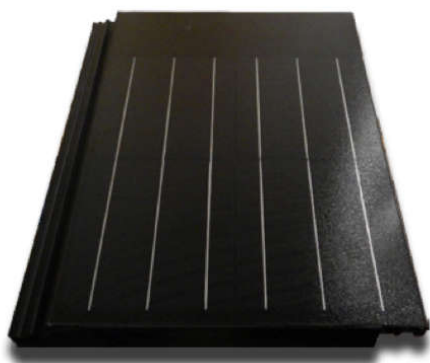
Samotné střešní solární tašky představené firmou T-power jsou jedny z prvních na světě, které se vyrovnají konvenčním fotovoltaickým panelům. Obchodním názvem SQ-SZ Tegalit se nejmenují jen náhodou. Jsou provedeny tak, aby byly schopny se plně integrovat do střešní betonové krytiny Bramac Tegalit. Tato solární taška je na hotové střeše téměř identická se systémovou taškou. Velkou výhodou této krytiny je to, že se betonové tašky využívají v našich podmínkách ve velké míře a solární taška se tak stává více dostupnou široké veřejnosti. [3] Tašky se stávají i cenově velmi přijatelné v případě, kdy si uvědomíme, že technologii zakomponujeme přímo do střešních tašek a ušetříme tak na krytině Bramac,

která by musela pokrývat celou střechu. Navíc snížíme i celkovou hmotnost střešního souvrství, a proto se může krov nadimenzovat na menší zatížení. Z toho důvodu bude i samotný krov a jeho prvky levnější než s použitím konvenčních panelů. Normální střešní tašky váží 50-80 kg/m², ale solární taška má hmotnost jen 14 kg/m². [3]

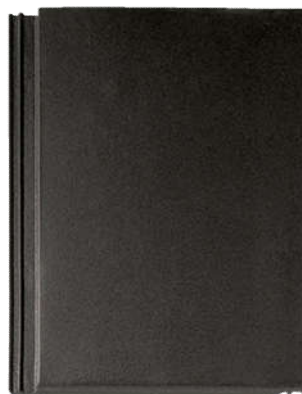
Jedna solární taška SQ-SZ Tegalit má výkon min. 42,5 Wp, což odpovídá hodnotě 170–208 Wp/m². V porovnání s plochou běžně prodáváného fotovoltaického kolektoru 1,6 m² s výkonem 300 Wp, ho střešní solární krytina překonává, a to nejen v tomto ohledu. [3]

Tašky jsou zavěšeny na dřevěných střešních latích, tudíž není potřeba použít další hliníkovou konstrukci. Na zadní straně jsou dva hliníkové háky, za které se krytina zavěsí na lať. Trvanlivost a bezpečnost jsou v souladu s mezinárodními standardy IEC61215 a IEC61730. [3] Na horní části tašky je otvor pro pojistné uchycení šroubem. Každý kolektor je vyroben ze speciálního tvrzeného skla, které je stálé a trvanlivé, což zajistí, že střecha i po mnoha letech stále vypadá jako nová. Po straně je každá taška opatřena proti vhnání vody silikonovým těsněním.

Účinnost vyroste až o 36% oproti běžným fotovoltaickým systémům, protože solární střecha neztratí výkon v místech, jako je hliníkový rám panelů, ve vzdálenostech od okrajů nebo rozestupů rádek. [3] Do tašek se nedostane ani voda, která by je mrazem roztrhala. Háky na zadní straně zajišťují krytinu i proti kroupám, větru a silné bouři. Se speciálním patentovaným těsněním značky T-power nemůže tak proniknout vítr pod tašky a zvednout je. Pomocí speciální vrstvy ECT⁵, která pomáhá pohlcovat sluneční záření, se zlepší výkon a výroba energie funguje i ve špatných světelných podmínkách, jak za soumraku, brzy ráno, tak i večer, stejně jako když je zataženo. [3] U běžných fotovoltaických článků je malé světlo a boční dopadající světlo většinou tak slabé, že ho panel nedokáže pohltit a zůstává nevyužito. U solárních tašek tomu tak není, takže i za špatných světelných podmínek vyrábí proud. Tato technologie zvýší výkon až o 3,5% při kolmém dopadu, a dokonce až o 20% při šikmém záření ve srovnání s normální solárním panelem. [3]



Obrázek 6: T-power SQ-SZ Tegalit



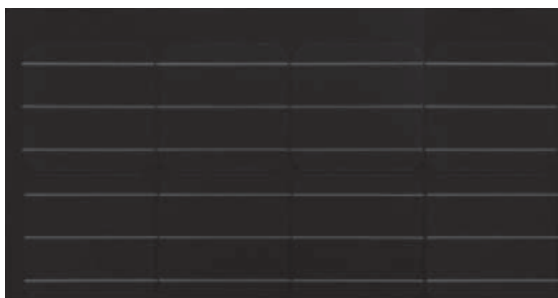
Obrázek 7: Bramac Tegalit

⁵ vrstva ETC = světelná past, díky které je bočně dopadající světlo sbíráno a odvedeno k buňkám, takže i za špatných světelných podmínek vyrábí proud [3]

5.1.2 Solární fasáda

Na celou vnější stěnu přístřešku jsem umístil solární fasádu, zbylé plochy zdí a podhled pokrývá obklad deskami Cetris, což jsou vzhledově velmi podobné desky, jako je Fassada FV BD. Firma T-power vyrábí velikost modulů v rozmezí velikosti od 200 x 200 mm až po 2000 x 2000 mm. [4] Výrobce udává, že solární fasáda vyrobí až o 36% více energie než běžné fotovoltaické panely s výkonem 332 Wp na plochu panelu. [4] Fasádní obklady jsou vyrobeny ze speciálního ztvrděného bezpečnostního skla, které je laboratorně odzkoušeno na odolnost v tlaku 800kg/m². [4]

Systém pracuje na principu provětrávané fasády, kdy proudění vzduchu napomáhá chlazení fasádních obkladů. Takto je vytvořena vzduchová mezera i pod deskami Cetris, aby mohla zed' dýchat a měla stejný výraz jako část obložená solární fasádou.



Obrázek 8: T-power Fassada FV BD



Obrázek 9: Deska Cetris

5.1.3 Fotovoltaické panely

Panely jsou umístěny na ploché střeše přístřešku a pokrývají celou plochu s výjimkou první řady, která je zastíněná většinu dne pultovou střechou 2. nadzemního podlaží. Jakmile by byla alespoň část panelu zastíněná, nefunguje celý panel. Panely QCells mají na rozdíl od většiny prodáváných panelů černý odstín, takže budou celkově zapadat do tmavě laděného přístřešku po boku s deskami Cetris a solární fasádou. Panely jsou na ploché střeše připevněny hliníkovým roštem. Panely QCells plní vyšší standardy než jsou dané normou. [5]



Obrázek 10: T-power QCells

5.1.4 Větrná elektrárna

Jako nouzový a záložní zdroj jsem navrhl větrnou turbínu, pokud bude rodinný dům pracovat správně, elektrárna bude vyrábět elektřinu spolu s panely. Kombinoval jsem tímto způsobem dvě obnovitelné energie pracující každá v jiném živlu, což znamená, že pokud nebude svítit slunce, nebo se bude stmívat, většinou se zvýší rychlost větru a větrná elektrárna začne produkovat více energie. To samé platí, že pokud nebude dostatečný vítr ke startu turbíny, fotovoltaika na střeších a fasádě většinou díky bezoblačnosti úbytek vyrovná. Větrná elektrárna se připojí na akumulátory společně s fotovoltaickými panely. Obchodní název turbíny je Turbína WB Windkraftanlagen o výkonu 1,7 – 5,5 kW a je konstruována v Německu. Tyto modely se výborně hodí pro místa, kde chybí větší větrný potenciál⁶, protože mohou pracovat od rychlosti 1,8 m/s. [6] Rotor měří v průměru 3,50 m a váží 87 kg. [6] V mém případě jsem musel zvolit turbínu, která pracuje již od nízké rychlosti větru, protože podle interaktivní mapy větru ve výšce 10 m Akademie věd [7] a podmínek pro malé větrné elektrárny na pozemku fouká vítr průměrně o rychlosti 3,5 m/s, což je pro většinu turbín jen rozběhová rychlost.



Obrázek 11: WB Windkraftanlagen



Obrázek 12: WB Windkraftanlagen model

⁶ větrný potenciál = celkové možnost využití větru v dané oblasti [6]

5.1.5 Bateriové uložení

Dočasné uskladnění energie je klíčem k úspěchu, pokud se bavíme o ostrovních systémech. Je to takový páteří systém, bez kterého by vám v noci nebo při selhání nějakého systému, přestal fungovat celý dům a ztratil by svojí soběstačnost. To znamená, že pokud chceme dosáhnout úplné soběstačnosti a nezávislosti, je nutné, aby energii z obnovitelných zdrojů šlo využít kdykoli – ve dne i v noci, v létě i v zimě. [1] Fronius nabízí spolu s balíčkem Fronius Energy Package řešení, díky němuž může objekt vyrobenou energii efektivně akumulovat a dočasně uskladnit za účelem flexibilního využití podle aktuální potřeby. Součástí tohoto systému je střídač Fronius Symo Hybrid, který umožňuje souběžný chod a akumulaci více energetických toků.



Obrázek 13: Fronius Energy Package

5.2 Spotřeba elektrické energie

V domácnosti se bude používat bílá elektronika i klasické technologie dnešní doby, jako je televize, notebook, počítač, wi-fi atd., na které bude kapacita akumulátorů i samotná fotovoltaika dimenzována. Řízené větrání s rekuperací tepla také pohání elektrina, stejně tak vytápění a teplá voda bude z části ohřívána panely, ale jen v nouzi, kdyby hlavní systémy, které mají vytápění a ohřev pokrýt, nestačily. Je důležité si přiznat, že bydlení v domě, kde se nenachází žádný vnější zdroj elektrické energie, není bez omezení. Bohužel lidstvo ještě nevyvinulo tak všestranné panely, které by generovaly dostatek nebo i přebytek energie v zimním období, a větrná elektrárna sice vyrovná nedostatek výroby v zimě, ale jen částečně. V zimě se bude muset majitel občas uskromnit, ale k tomu mu pomůže chytrá domácnost, která dokáže upravovat a doporučovat spotřebu elektrické energie. Naopak v letních obdobích se může stát, že energie bude přebytek.

6 VYTÁPĚNÍ A TEPLÁ VODA

V celém objektu je umístěno podlahové nízkoteplotní topení, ve kterém koluje voda o teplotě cca 45°C. Ohřev teplé vody je zajišťován v akumulární nádrži a samotná voda je ukládána do zásobníku na teplou vodu. Vytápění soběstačného domu lze pojmout hned několika způsoby - použitím solárních kolektorů, které vám ohřívají vodu, elektrickým topením, tepelnými čerpadly atd. Ve všech případech musí vytápění splňovat některá kritéria a hlavně být automatická, což je další důležitý aspekt soběstačného domu. Proto nejjednodušší systém kotle na biomasu, ve kterém budeme topit palivovým dřívím, není až tak šťastný výběr, protože zejména z důvodu velmi časté obsluhy odpadá aspekt soběstačnosti. Zdálo by se, že nejlepší systém z pohledu obnovitelných zdrojů může být tepelné čerpadlo voda-voda, vzduch-voda nebo země-voda, ale ani tento výběr není zrovna nejšťastnější, i když neztrácíme díky automatickému běhu soběstačnost, přesto tepelné čerpadlo spotřebuje pro výrobu 3 kWh tepelné energie, zhruba 1kWh elektrické energie. [8] Tím se rapidně zvyšuje potřeba elektřiny v objektu, narůstá i počet článků na střeších a fasádě, což vede samozřejmě nutně k nežádoucímu nárůstu investice. Nutno podotknout, že tato možnost je s největší pravděpodobností (s vytápěním topnými patronami⁷ pomocí fotovoltaiky) nejrozšířenější, i přesto jsem v tomto případě nechtěl využívat opět zdánlivě nejlepších konvenčních zdrojů a vybral jsem raději technologie, které se používají v různých domácnostech v různých koutech světa, a zkombinoval jsem je do ojedinělého systému.

6.1 1. Možnost zapojení

Jako první a hlavní zapojení jsem si vybral novinku v oboru, v podobě biomilíře a méně používané, ale vyzkoušené Trombeho stěny. Vzduch v objektu se bude ohřívát Trombeho stěnou s pomocí řízeného větrání přizpůsobeného její technologii. Hlavním zdrojem ohřevu vody a vytápění bude biomilíř, fungující na principu tlení odpadu ze zahrady. Jako záložní zdroj jsem použil fotovoltaiku, která by pomocí topných patron, dorovnávala ztrátu po Trombeho stěně a biomilíři.

⁷ topné patrony = těleso (rezistor), které se využívá pro ohřívání elektrickou energií [28]

6.1.1 Biomilíř

Biomilíř neboli kompostový reaktor předává teplo pomocí zabudovaných výměníků⁸. Přenos tepla se zajišťuje rozvinutými cívkami uvnitř reaktoru, ve kterých koluje voda. [9]

Při procesu vytápění objektu nedochází k spalování, tudíž nevznikají žádné škodlivé látky. Vytvoření samotného biomilíře nebo i biomasy, která tvoří hlavní topnou část pro kompostový reaktor, nepředstavuje zátěž pro životní prostředí a ekologická stopa tohoto procesu je zanedbatelná. [9] Po celou dobu své funkčnosti reaktor nezapáchá, což je hlavní při využití v rodinných domech. Dlouhodobý tepelný výkon tohoto reaktoru je zajištěn díky velkému podílu dřevní hmoty, ze které proces čerpá energii. [9] Reaktor je tvořen z dřevní drtě, hlíny, organických zbytků z kuchyně a odpadem ze zahrady. V podstatě je to takový kompost, který nám nejen vytváří skvělé hnojivo pro zemědělství na našem pozemku, ale i vytápí celý objekt.

Je důležité, aby měl reaktor správnou velikost. Díky tomu může být zajištěna dlouhodobá funkčnost a bezproblémový chod v zimním období, kdy biomilíř dokáže produkovat stále teplo. [9] Optimální velikost se pohybuje od 70 až 100 m³, v závislosti na velikosti objektu. [9] Reaktor, který je postavený správně dokáže fungovat bez přičinění člověka, navíc vyvíjet teplotu po celý rok rovnající se od 50°C do 90°C. Biomilíř poskytuje dostatečnou výhřevnost pro nízkoteplotní topení. To znamená, že není nutné již stlačovat ohřátou vodu v biomilíři tepelným čerpadlem pro dosažení vyšší teploty a vodu tak do objektu pohání klasické čerpadlo. Celý reaktor na jedno “nabití” dokáže fungovat přes rok a půl. Po “vybití” energie vytvářené reaktorem lze veškerou biomasu využít jako vysoce kvalitní kompost. To znamená, že nevznikne žádný odpad. Cívky a rozvody co jsme používali, vyjme a použijeme na další biomilíř.

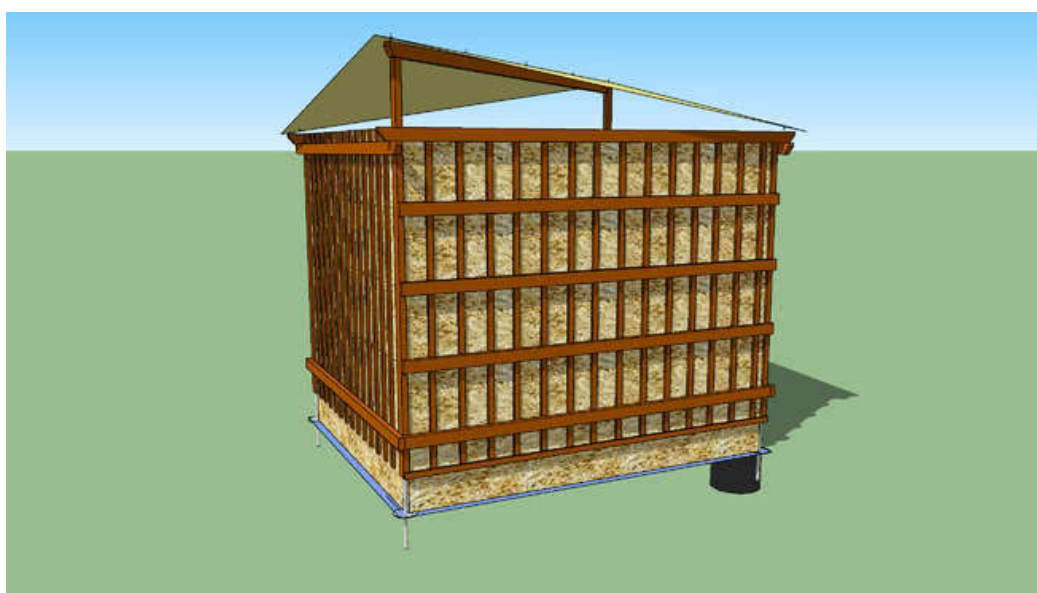
Reaktor je umístěn v horní části pozemku a je nutno si uvědomit, že každé dva roky se musí vyvézt a vyměnit přes 40 tun materiálu, což je něco přes tři plně naložené nákladní auta, takže se musí zařídit stálý přístup k místu, kde bude biomilíř vytvořen. V současné době se nad pozemkem nachází cesta vedoucí do lesa, takže bych cestu rozšířil a vyskládal ji betonovými panely před plotem, do plotu vsadil vrata a na pozemku vytvořil zhruba metr vysoký val ze zeminy, na kterém by se z pohledu od rodinného domu nacházela skalka a na druhé straně by byla vybetonovaná bílá vana⁹ dlouhá 6 m, široká 4 m a hluboká 2 m. V betonové vaně budou připraveny drenážní trubky pro přívod vzduchu do reaktoru a bude zde taky přívod budoucí topné vody z objektu v trubkách obalených PUR pěnou¹⁰, ukrytých v kanalizačních PVC trubkách. To zajistí minimální tepelnou ztrátu při přenosu teplé vody do objektu.

⁸ výměník = výměník (přesněji tepelný výměník) je zařízení, které slouží k výměně energie mezi soustavami a objekty o různých parametrech [29]

⁹ bílá vana = vodonepropustná betonová konstrukce [30]

¹⁰ PUR pěna = tvrdá polyuretanová pěna, aplikuje se nástřikem nebo litím [31]

Při zakládání biomilíře musíme dodržet kladení a mísení směsi dřevní drtě a kompostu samotného. Na vrstvu vysokou 0,7 m uložíme cívku a opět navrstvíme. Každou vrstvu důkladně prolijeme vodou, abychom spustili proces tlení, který nám vytváří požadované teplo. Tento proces provádíme do té doby, než dosáhneme výšky reaktoru 3,5 m, tedy než biomilíř nebude přesahovat 1,5 m nad zem. [10] Na hotovou vodu prolitou masu dřevní drtě a kompostu postavíme lamelovou obloukovou střechu z polykarbonátu a lehkých hliníkových slitin, která se používá pro zastřešení venkovních bazenů. Střecha bude fungovat jako štít proti prudkým dešťům a bouřím, aby nedošlo k vyplavení směsi a přerušení tlejícího procesu. Takto ošetřený kompostový reaktor bude vyrábět až 35 000 kWh ročně. Zakomponováním celého systému do terénu, nebude reaktor narušovat ani nijak přebíjet výškou samotný rodinný dům a ze silnice bude vypadat jako větší kolna.



Obrázek 14: Biomilíř



Obrázek 15: Biomilíř model

6.1.2 Trombeho stěna

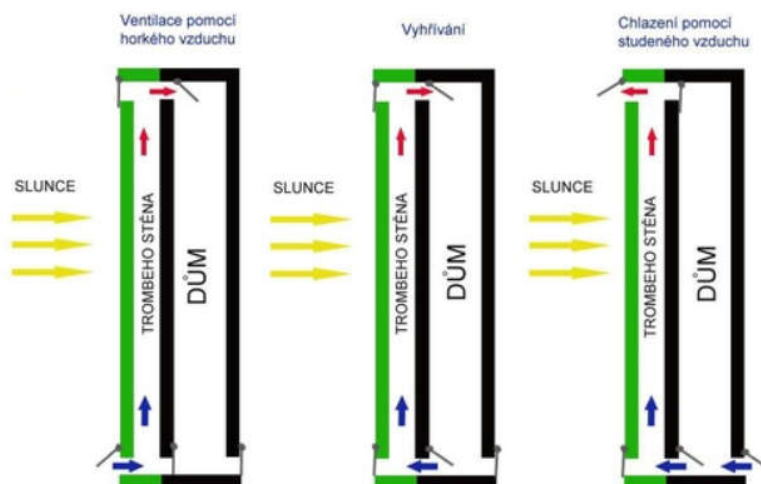
Trombeho stěna je konstrukce určená k vyhřívání budovy pomocí sluneční energie. Má podobu černé jižní zdi, před kterou je skleněná bariéra vzdálená od zdi 10 cm. [11] Černá barva pohltí světlo, částečně předá vzduch mezi sklem a zdí nebo vzniklé teplo akumuluje. Ohřátý vzduch pak přirozeným způsobem cirkuluje do místnosti, se kterou je tento prostor propojen průduchy u podlahy a u stropu. Během noci jsou průduchy uzavřeny a teplo je předáváno pouze naakumulovanou zdí. [11]

Do klasického zdiva je umístěn otvor o výšce 2 m a o šířce 3 m vyzděný plnou cihlou velkoformátovou, která má mnohem větší akumulční schopnost než pórobetonová tvárnice, a celý tento blok je přikrytý rámem se skleněnou výplní. Stěna se nachází na jižní straně objektu.

Vytápění pomocí teplého vzduchu funguje na principu proudění ohřívajícího vzduchu mezi sklem a černou stěnou. Ohřátý teplý vzduch se akumuluje v horní části stěny. Uzavřením dolní klapky ve skleněné stěně a otevřením horního průduchu v černé stěně dojde k nasátí teplého vzduchu do místnosti. V této chvíli dochází k uzavřenému proudění vzduchu v místnosti přes Trombeho stěnu zpět do místnosti a následnému vytápění objektu. Otevřením dolní klapky v černé stěně regulujeme proudění v místnosti a tím samotnou teplotu.

Ochlazování objektu provádíme tak, že nasáváme vzduch spodní klapkou v černé stěně z místnosti. Dochází k naakumulování a ohřátí vzduchu v horní části Trombeho stěny a otevřením horní klapky ve skleněné stěně dochází k podpoření proudění vzduchu směrem z objektu ven za předpokladu, že se v místnosti větrá, aby nevznikl podtlak.

K podpoření vytápění celého objektu Trombeho stěnou bude za horní klapkou v černé stěně umístěna větrací jednotka, která bude rozvádět teplý vzduch do všech místností.



Obrázek 16: Trombeho stěna

6.1.3 Elektřina

Posledním a spíše nouzovým či dočasným vytápěním, v tomto zapojení je elektřina, kterou používáme na ohřátí topné patrony, která se v případě nouze aktivuje a ohřeje vodu v akumulací nádrži pro podlahové vytápění.

6.1.4 Akumulační nádrže

Z důvodu potřeby spojení více druhů nesourodých topných systémů, použijeme akumulací nádrž, která zajistí spojení tepla přes jednotné médium¹¹ v podobě vody. V celém objektu je umístěno podlahové topení. Akumulační nádrž nám umožní plynulý rozvod tepla i při nečinnosti zdroje díky jeho dobré akumulaci. [12] Výhodou se stává řízená regulovatelnost topného systému, kvůli které můžeme upravovat teplotu v objektu pomocí centrální jednotky v objektu nebo aplikaci v telefonu. Kvalitní regulací lze docílit takřka stejného pohodlí jako u plynových kotlů či elektrokotlů. [12] Akumulační nádrž umí uchovat přebytké teplo z topného zdroje tak, aby nepřišlo nazmar. Je to tlaková nádoba, sloužící k akumulaci tepla do doby, kdy je možné ho využít k dalšímu vytápění domu, tímto způsobem se šetří náklady na vytápění. Nádrž se správně zvoleným objemem vůči teplotním rozdílům nám umožňuje prodloužit akumulaci tepla bez použití zdroje. [12] Výrobce uvádí, že se tímto způsobem nechá uchovat stejná teplota po několik dní. Pokud využijeme možnost zakoupení nádrže s více přírubami, můžeme flexibilně rozdělit otopné okruhy domu a regulovat teplotu v jednotlivých okruzích nezávisle na sobě.

Použil jsem nádrže firmy Regulus PS 1500 N+, jsou na pozemku umístěny dvě, každá o objemu 1500 l, nacházejí se v zemině pod přístřeškem pro auto vedle technické místnosti. Nádrže jsou výborně tepelně izolovány izolací z tvrzeného polyuretanu, díky tomu dochází k minimálním tepelným ztrátám. [13] Výrobce garantuje nezávadnost nádrží a životnost až 50 let. [13]

Teplá voda z cívek v biomilíři prochází akumulacími nádržemi a tím nahřívá médium v podobě vody. Vlažná voda se okruhem vrací zpět do reaktoru. Pokud by tento zdroj nestačil, v přírubách jsou umístěny topné patrony, které dohřejí vodu v nádrži na požadovanou teplotu.

¹¹ médium = činitel pro přenos a uchování teploty [32]

6.1.5 Bojler

Ohřev teplé vody je zajištěn bojlerem, který je umístěn v technické místnosti jako stacionární jednotka. Nepřímotopný ohřívač vody o objemu 200 l od firmy Dražice OKC NTR/BP má boční přírubu, která může sloužit jako revizní otvor, do které je nainstalované šroubovací topné těleso pro dohřev vody elektrickou energií. V nepřímotopném ohřívači je umístěn tepelný výměník napojený na okruh teplé vody z biomilíře, která udržuje stálou teplotu v bojleru. Na bojleru se nachází izolace Covestro pro snížení tepelných ztrát a provozních nákladů. [14] Ohřívač je vybaven antikorozií vrstvou nepodléhající důlkové korozi v prostředí tvrdé a chlorované vody. [14]

6.2 2. Možnost zapojení

Jako alternativu pro hlavní zapojení jsem navrhl stejné akumulční nádrže s rozdílem výměny hlavního zdroje pro vytápění, kdy jsem biomilíř nahradil elektřinou získanou z fotovoltaiky a větrné elektrárny. Jako záložní zdroj pro vytápění by figuroval kotel na biomasu s automatickým silem na pelety, který by začal ohřívat vodu v nádržích po impulsu z centrální řídicí jednotky o nedostatku elektrické energie v objektu používané pro domácí spotřebiče a vlastní spotřebu. Osobně toto řešení nepreferuji kvůli celkem časté nutnosti doplňování pelet do sila, protože se tím dům stává více závislý na obyvatelích.

6.2.1 Elektřina

Využití elektřiny jako hlavního zdroje tepla pro vytápění vyžadovalo úplné pokrytí pultové střechy 2. nadzemního podlaží, vnější stěny přístřešku a ploché střechy přístřešku zdroji fotovoltaické energie. Vytápění se bude zajišťovat topnými patronami umístěnými v přírubách akumulční nádrže.

V tomto případě bych zvažoval vyměnit část střešních tašek na pultové střeše za solární panely pro ohřev vody, které by díky výměníku v akumulční nádrži tvořily sekundující zdroj k topným patronám. Došlo by k narušení výrazu střechy, protože by se nahradila část solárních střešních tašek termálními panely. Osobně jsem toto řešení nenavrhl z důvodu, nutnosti výměny nemrznoucí směsi v solárních panelech, potřebě chladicího okruhu a celkového výrazu na střeše, který by pokazil dosavadní filozofii střešních solárních tašek.

6.2.2 Kotel na pelety

Jako záložní zdroj by v druhém zapojení sloužil kotel na pelety s automatickým dávkováním, který by částečně automatickým provozem podporoval celý projekt. Vybral jsem kotel od firmy ÖkoFEN Condens_e - kogenerační kotel¹², což znamená, že vyrábí další elektrickou energii Stirlingovým motorem¹³ a navíc zpracovává teplo ze spalín. Z toho důvodu má mnohem větší účinnost než klasický kotel.

Skladovací silo pro pelety by bylo umístěno přímo u kotle. V zimních obdobích vydrží bez obsluhy člověka 3 dny, a to i v případě, že by kotel neustále topil. [15] Teplo z kotle bude do akumulací nádrže přiváděno tepelným výměníkem umístěným v nádrži.

6.2.3 Akumulační nádrže

Teplo z obou zdrojů se bude opět akumulovat do nádrže, elektřina přes topné patrony zašroubované v přírubách a kotel na biomasu pomocí tepelného výměníku. Konstrukce i značka je stejná jako v prvním zapojení, zůstávají zde i stejné výhody spojení nesourodých systémů. V tomto případě je obzvlášť důležitá funkce akumulace tepla, která mně dovoluje, ohřát si dostatečně teplou vodu v akumulací nádrži. Ta zde vydrží díky dobrému zateplení a není potřeba další den topit. Veškerou obsluhu opět zajišťuje centrální jednotka.

6.2.4 Bojler

Ohřev teplé vody je opět zajištěn bojlerem, který je umístěn v technické místnosti jako stacionární jednotka. V nepřímotopném ohřivači se nachází tepelný výměník, který vodu ohřívá vodou z kotle na pelety. Pokud tento zdroj nestačí nebo se netopí, je do bojleru nainstalované šroubovací topné těleso pro ohřev vody elektrickou energií. Voda se bude elektřinou ohřívát hlavně v létě, kdy je topení kotlem nežádoucí.

6.3 3. Možnost zapojení

Jako další alternativu, tedy třetí zapojení, jsem navrhl identické akumulací nádrže stejně jako v předchozích případech. Hlavním zdrojem bude v dnešní době nejpoužívanější čerpadlo verze země-voda, které nahradilo biomilíř v prvním případě a elektrickou energii v první alternativě. Jako záložní a nouzový zdroj bude sloužit opět elektřina.

¹² kogenerační kotel = zařízení, které slouží k vytápění a zároveň vyrábí elektřinu [15]

¹³stirlingův motor = tepelný stroj pracující s cyklickým stlačováním a expanzí vzduchu, roztáčí setrvačnický výrobce elektřinu

6.3.1 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo země-voda odebírá teplo z hloubkového suchého vrtu pomocí kolektorů a teplo se vždy předává do topné vody. Ve vrtu je zapuštěna plastová sonda naplněná nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi tepelným čerpadlem a zemí. [16] Podle velikosti vytápěného domu a místních geologických podmínek se musí provést vrt o hloubce až 100 m, ze kterého budeme přenášet teplo. [16] Pokud bychom při vrtání narazili na vodu, uděláme z čerpadla země-voda, tepelné čerpadlo voda-voda, které má lepší a stálejší vlastnosti. Nejnižší možné teploty vody klesající v zimě v podzemních vrtech jsou maximálně 8°C až 10°C. Bylo by potřeba zvážit investice, protože nelze z jednoho vrtu čerpat a hned vracet zpět. Z toho důvodu by bylo potřeba vytvořit ještě další vrt pro vsakování vody, který by byl umístěn z hydrogeologického hlediska nad vrtem čerpajícím. Bylo by už na majiteli, jaké by pro řešení rodinného soběstačného domu vybral čerpadlo a technologii v něm.

6.3.2 Elektřina

Druhým nouzovým a dočasným vytápěním v tomto zapojení je opět elektřina, kterou používáme na ohřátí topné patrony. V případě nouze se patrona aktivuje a ohřeje vodu v akumulární nádrži pro podlahové vytápění.

6.3.3 Akumulační nádrže

Teplo z obou zdrojů se bude opět akumulovat do nádrže, elektřina přes topné patrony zašroubované v přírubách a tepelné čerpadlo země-voda, popřípadě voda-voda, bude ohřívat médium pomocí tepelného výměníku v akumulární nádrži. Konstrukce i výrobce jsou stejné jako v prvním i alternativním zapojení. Jediné, co se změní na akumulárních nádržích, je způsob a různé druhy hlavních a vedlejších zdrojů vytápějících objekt. Kromě výměny zdrojů, se stavba nádrží nemění. Celý systém funguje přes centrální jednotku, která dům osamostatňuje.

6.3.4 Bojler

Ohřev teplé vody je opět zajištěn bojlerem, který je umístěn v technické místnosti jako stacionární jednotka. V nepřímotopném ohřívaci se nachází tepelný výměník, který vodu ohřívá vodou z tepelného čerpadla země-voda nebo voda-voda. Do bojleru je opět připojeno šroubovací topné těleso, které dohřívá vodu. Kvůli teplotě z tepelného čerpadla, nepřesahující přes 50°C, se musí teplá voda ještě ohřát elektrickou energií.

7 HOSPODAŘENÍ S VODOU

Voda u nás tradičně nepatří ke komoditám, u kterých úzkostlivě hlídáme její spotřebu. Osobně bych toto nahlížení na vodu rád změnil. Možná si to neuvědomujeme, ale zdrojů pitné vody i v České republice je málo a to i přesto, že v posledních dvou dekádách došlo díky výstavbě čistíren odpadních vod k obrovské renesanci kvality vod v přírodě. Získávání vody je většinou spojeno s několika stupni filtrace, čištění a biologické desinfekci. V tomto kontextu se jeví jako naprosto absurdní používat přefiltrovanou pitnou vodu na splachování toalet. Přibližně třetina vyrobené pitné vody je použita tímto způsobem. [17]

Jako zdroj pitné vody použijeme vrtanou studnu. Sběr dešťové vody z celého objektu a její následné požívání v jeho částech, kde nepotřebujeme pro provoz zařizovacího předmětu pitnou vodu. Dalším způsobem minimalizování spotřeby, tak abychom vodu využili vícekrát za sebou, je nádrž na šedou vodu¹⁴. Ta nám umožňuje použít pitnou vodu dvakrát, podruhé po jejím menším přečištění na závlahu půdy. Odpadní vody z objektu v našem případě putují do septiku¹⁵ s anaerobním¹⁶ separátorem, do zemního filtru a následně do zasakovacího objektu.

7.1 Zdroj pitné vody

Pitná voda je zajišťována vrtanou studnou v horní části pozemku. Předpokládám zde nález vody, bohužel ho zatím nemám podložený hydrogeologickým průzkumem. Vrtanou studnu jsem zvolil, protože má oproti kopané studni několik výhod. Je to zejména delší životnost díla, stabilnější přítok pitné vody a toto řešení je v dnešní době výhodnější i z dlouhodobého horizontu nedostatku vody. Vrt je zdroj spodní vody bez kontaminace z vody povrchové. [18]

¹⁴ šedá voda = voda, již jednou použitá v objektu [20]

¹⁵ septik = nádrž na částečné biomechanické čištění odpadní vody [21]

¹⁶ anaerobní čištění = čištění odpadní vody bez přístupu vzduchu [34]

7.2 Dešťová voda

Každé řešení používání dešťové vody v objektu se skládá z filtru, který vodu dostatečně předčistí. Budou zde akumulční nádrže a zařízení na dodávku vodu do sítě objektu s možností doplnění pitnou vodou, pokud by došlo k nedostatku dešťové vody, kdy by toto opatření mezeru vyrovnalo.

Akumulační nádrž na dešťovou vodu, kterou jsem vybral, vyrábí firma ASIO NEW, spol. s.r.o., jedná se o nádrž AS-REWA. Velikosti nádrží se volí dle velikosti střechy. Nachází se v dolní části pozemku v zemině, do které je jí vhodnější umístit, protože nezabírá místo v objektu a zabezpečí stálou teplotu vody. Pro využívání na srážkovou vodu vybavíme nádrž příslušenstvím v podobě již zmíněného filtru AS-PURAIN, který se umísťuje přímo do ní a umožňuje přepad do další nádrže. [19] Voda se do objektu čerpá zařízením AS-RAINMASTER ECO, který zabezpečuje jak čerpání, tak doplnění pitné vody do oběhu v případě nedostatku srážkové vody. Voda je v objektu používána na splachování a praní prádla. Tímto procesem ušetříme naší domácnosti na spotřebě až čtvrtinu vody. [19] Přepad je zaústěn do nádrže na bílou vodu¹⁷.



Obrázek 17: AS-REWA

¹⁷ bílá voda = přečištěná voda použitelná pro zavlažování, mytí [35]

7.3 Šedá voda

Vodou se i v minulosti šetřilo, nechávala se například napuštěná vana a vodou z ní se toaleta splachovala. Dnes je tomu trochu jinak, ale zachoval se stejný princip.

Nádrž se nachází také v dolní části pozemku, spolu s druhou akumulací nádrží. V objektu se splachuje a pere dešťovou vodou a odpadní voda z vany, sprchy a umyvadla se odvádí už jako šedá a čistí přes mechanický filtr pevných částic AS-PURAIN umístěném v první akumulací nádrži. Filtr pevné částice odnáší přepadem do septiku pro anaerobní separaci. Šedá voda se ukládá do stejných nádrží AS-REWA. Další proces je přečištění šedé vody na jemném filtru do další akumulací nádrže AS-REWA, ze které se stává bílá voda a je možné ji používat na zavlažování nebo případné mytí automobilu. [20] Přepad z akumulací nádrže je přidružen k zásaku přečištěné odpadní splaškové vody do zasakovacích objektů umístěných na konci čištění odpadních vod.



Obrázek 18: AS-PURAIN

7.4 Čištění odpadních vod

Systém plně nahrazuje veřejnou čistírnu odpadních vod, díky oddělení a zužitkování šedých vod, není čistírna tak zatížená a nemusí se tak často vyvážet kal. Tímto způsobem se zvýší i životnost jednotlivých technologií. Na konci procesu vznikne pouze mechanický kal, ostatní přečištěná voda se zasákne.

7.4.1 Septik s anaerobním separátorem

První fází přečištění zbylých odpadních vod z objektu je septik s anaerobním separátorem, jako jediný samotný není povolen, ale na tom jak jsou vody předčištěny, podstatně závisí účinnost a životnost dalších fází. Septik je víceméně bezobslužný, nic nenastavujeme a kal se vyváží většinou jednou za 5 let, samozřejmě záleží na jeho velikosti. Ta se dimenzuje podle přítoku odpadních splaškových vod do septiku. [21] Účinnost je dána dobou, kterou se zdrží voda v septiku, proto jsem navrhl vícekomorový. Septik AS-ANASEP dokáže rozdělit proudění tak, že se ve srovnání s klasickým septikem zvětší doba zdržení až na trojnásobek, což vede ke zvětšení účinnosti a zmenšení produkce kalů. První fáze čištění se nachází za první nádrží na šedou vodu, ve spodní části pozemku pod objektem.



Obrázek 19: AS-ANASEP

7.4.2 Zemní filtr

Druhá fáze čištění probíhá v zemním filtru AS-ZEON, kde díky správně fungujícímu aerobnímu čištění¹⁸, v zimě nebude docházet k zamrzání. Toto je zajištěno přetržitým dávkováním vody na filtr, rozdělovací potrubí je umístěné těsně pod povrchem. [22] Biologický filtr pracuje čistě na mechanicko-biologickém principu bez potřeby elektrické energie. Průsakem přes jemný filtr a aktivaci vody biologickým čištěním ve spodní části zemního filtru je umístěna drenážní trubka, která vodu odvádí do zasakovacího objektu. V horní části šachty je vymezený přístup k nátokové části po vyjmutí překlápěčky lze odebrat vzorky ze spodní části filtru u odtoku do třetí fáze.



Obrázek 20: AS-ZEON

¹⁸ aerobnímu čištění = čištění odpadní vody s přístupem vzduchu [34]

7.4.3 Horizontální filtr a zasakovací objekt

Třetí fáze je tvořena horizontálním filtrem, kde se usadí všechny větší částice, které se nemají zasakovat a do samotného zasakovacího objektu, už přitéká normově přečištěná voda zasakující se pomocí tunelů AS-KRECHT rovnou do podzemních vod. Tunel tvoří plastová klenba, která pod sebe dokáže naakumulovat vodu až do 95 % svého objemu a pomalu jí předává podloží, takže se voda bezproblémově vsákne. [23] Horizontální filtr a zásak jsou umístěny v dolní části pozemku pod objektem za zemním filtrem. Napojení přepadu z akumulace šedé vody se nachází mezi horizontálním filtrem a zasakovacím tunelem.

Celý systém čištění odpadních vod funguje bez elektrické energie, díky důmyslnému umístění po spádu terénu.



Obrázek 21: AS-KRECHT

8 CHYTRÁ DOMÁCNOST

Celý dům funguje pod základní řídicí jednotkou bez komplikovaných zásahů jeho obyvatel. Tato technologie obsluhuje spotřebiče, osvětlení, což nejvíce usnadňuje majitelům každodenní užívání. Ovládá teplotu v objektu, pomocí větrací jednotky a rekuperaci tepla, škrcení a upouštění ventilů na akumulacích nádržích, reguluje klapky na Trombeho stěně, přitápí podle potřeby akumulací nádrže elektrinou. V jiných případech zapojení pomáhá daným přístrojům stejně tak fungovat. Celý systém vytváří stoprocentní tepelnou pohodu v objektu. Má přístup k ovládání světel, doporučuje obyvatelům podle předpovědi počasí spotřebu elektrické energie, upozorňuje na možný nedostatek a upravuje spotřebu ostatních přístrojů, co nejvíce nabíjí bateriové uložení, aby došlo k nejmenším omezením.

Domovní jednotka je přístupná z několika terminálů umístěných v obývacím pokoji, v galerii v 2. nadzemním podlaží a v zádveří objektu. Chytrou domácnost lze nastavovat pomocí tabletu, popř. chytrého mobilního telefonu s operačním systémem a přístupem k internetu. V terminálu lze pomocí jednoduchého prostředí ovládat intenzitu světel v objektu, teplotu v jednotlivých místnostech a ovládat některé elektrospotřebiče, jako jsou reproduktory a televize. Dům bude mít nainstalované hlasové rozhraní s domovním asistentem v podobě dnešní umělé inteligence, se kterým bude umožněno komunikovat bez přístupu k tabletu, pomocí vyslovení zvoleného hesla nebo nastaveného jména asistenta.

9 ODPADNÍ HOSPODÁŘSTVÍ

9.1 Třídění a recyklace

V objektu jsou vytvořeny prostory pro třídění a skladování odpadu, který se bude rozdělovat na plast, papír, bílé sklo, barevné sklo a směsný odpad. Koše na třídění se nachází v kuchyňském koutu, jako vestavěný program, který je okamžitě přístupný v srdci objektu a z toho důvodu lze i pohodlně a jednoduše třídit. Větší popelnice jsem umístil pod přístřešek pod auto a jsou zakryty odsuvným boxem pro popelnice. Toto řešení odstraňuje nevzhlednost popelnic samotných, protože box je vytvořen z ocelových svařených profilů. Na profilech se nachází dřevěný obklad, který box designově dotváří a zceluje ho s výrazem budovy. Část organického odpadu z kuchyně, jako zbytky potravin, mohou být použity jako potrava pro domácí kur nebo zbytky rostlinného původu mohou být vynášeny na kompost.

9.2 Kompostování

Vedle biomilíře je umístěn kompost, který postupně plníme trávou, odpadem z kuchyně, ovocem ze sadu, plevelem a odpadem ze zahrady. Kompost bude umístěn také za zemním valem se skalkou, aby nezasahoval do zahrady s terasou. Bude k němu vytvořena cesta, aby bylo zajištěno pohodlné vyvážení odpadu na kompost ze zahrady a vynášení odpadků z kuchyně.

10 ZEMĚDĚLSKÁ SOBĚSTAČNOST

Výhodou vlastní potravy na pozemku je získání další soběstačnosti, která se v případě plodin samozřejmě nevztahuje na celou stravu, protože se jedná o potraviny, které si naši předkové na zahrádkách pěstovali již od pradávna. Tímto projektem bych se k tomu rád vrátil, protože mně připadá, že velké množství lidí hledá v obchodech bio zeleninu a platí za potraviny nemalé finance. Není přece nic jednoduššího, než si je na pozemku vypěstovat. Pokud přihlédnu ke kompostovému reaktoru a jeho využití po “vybití”, přímo se nabízí vytvořené hnojivo využít na pozemku k pěstování zeleniny a ovoce.

10.1 Kur domácí

V severozápadním cípu pozemku je umístěn kurník s výběhem pro slepice, který je z pohledu od rodinného domu odcloněný za sadem stromů, ale zároveň stále dobře přístupný.

10.2 Ovocný sad

Ovocný sad se nachází pod kurníkem a vytváří panorama stromů přímo na zahradě. Stromy v ovocném sadu se musí pečlivě vybrat, aby správně rostly a plodily, při výsadbě je skvělé přisypat stromku do jámy kompost z reaktoru a po vysazení ho zamulčovat¹⁹. [24] Růstu stromků prospěje také opěrný kůl, který pomůže kvalitnímu zakořenění. Pod stromy udržujeme nakypřenou půdu, kterou živíme kompostem z biomilíře, tak aby neporostla trávou a nerozmnožili se v ní škůdci. Rozšiřování hnilob a dalších nemocí ovocných stromů zabráníme udržováním čistoty v zahradě. Nedaleko pozemku se nacházejí 4 včelstva, takže dostatečné opylování stromů by mělo být zajištěno. [24]

¹⁹ mulčování = obsypání nebo pokrytí okolí plodiny materiálem, kterým nedokážou prorůst jiné, nežádoucí, rostliny [36]

10.3 Záhony

V jihozápadním cípu pozemku jsou umístěny vyvýšené záhony pro pěstování cibulové nebo kořenové zeleniny, které v podstatě představují staročeskou zahrádku. [25] Je tam umístěno celkem 6 záhonů o délce 3,5 m a ideální šířce pro oboustrannou výsadbu 1,20 m a konstrukce záhonu je vysoká 0,6 m. Záhony jsou založené bez kopání, pouze skrývka²⁰ byla provedena, jinak prostor uvnitř konstrukce záhonu plníme kompostem, odpadem ze zahrady, zeminou a nakonec přidáme úrodnou půdu ze skrývky. V takto připraveném záhoně už můžeme začít pěstovat.

10.4 Skleník

Skleník se nachází také pod objektem vedle záhonů a používá se pro zrychlení růstu salátu a ředkviček, pěstování salátových okurek, rajčat, paprik, lilků atd. [26] Navrhl jsem vyšší a rozměrnější skleník, z důvodu lepší manipulace s rostlinami a zahradnickým nářadím. Konstrukce bude z kovových silnostěnných profilů, s polykarbonátovými stěnami, protože vytápění skleníku bude napojeno na okruh biomilíře nebo další okruh z akumulční nádrže. Vytápěním získáváme možnost celoročního používání skleníku, zároveň polykarbonátové stěny jsou mnohem lépe tepelně izolační, takže nebude docházet k tak velkým tepelným ztrátám. [26]

²⁰ skrývka = proces, při kterém je sejmuta nadložní vrstva [37]

11 NACENĚNÍ

Do ceny nemovitosti jsem nezapočítával částku za pozemek a vykonanou práci, takže se jedná pouze o cenu za objekt a technologie použité v něm. Ceny, které tu uvádím, jsou pouze orientační, částka za technologie se může změnit vlivem větší atraktivity obnovitelných zdrojů nebo i naopak. To samé platí u ceny za metr obestavěného prostoru měnící se také každým rokem.

	Výška (m)	Zastavěná plocha (m ²)	Obestavěný prostor (m ³)
1.NP	3	255,82	767,46
NADEZDÍVKÁ 1	1,85	104,38	193,10
NADEZDÍVKÁ 2	1,8	57,44	103,39
STŘECHA 1	2,2	104,38	114,73
STŘECHA 2	1,6	57,44	45,94
Obestavěný prostor celkem			1 224,62

Tabulka 1: Obestavěný prostor

Obestavěný prostor v objektu se rovná 1 224,62 m³.

JKSO		průměr	konstrukčně materiálová charakteristika								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
803	Budovy pro bydlení	7110	5520	8475	7160		5920			8475	
803.1	Domy byt. typové s celost. neunifik. konstr. soust.	5645	5135		6060		5740				
803.2	Domy byt. typové s konstrukčními soustavami	5755					5755				
803.3	Domy byt. typ. s celost. unifik. konstr. soustavami panelovými	6470					6470				
803.4	Domy byt. typ. s celost. unifik. konstr. soust. jinými než panel.	5645	5130		6065		5745				
803.5	Domy bytové netypové	6665	5720	6850	7420						
803.6	Domky rodinné jednobytové	6415	6265		6385		6775			6240	
803.61	Domky izolované	6495	6155		6400		7185			6230	
803.7	Domky rodinné dvoubytové	6480	6265		6385		6775			6490	
803.8	Chaty pro individuální rekreaci	5810	5695							5920	
803.9	Domky bytové se služebním vybavením	6325	5195	7590	6700		5490			6655	

Tabulka 2: Stavební standardy 2019

V tabulce stavebních standardů je uvedena cena za izolovaný domek 6 495 Kč.

Hodnotu stavby zjistíme vynásobením obestavěného prostoru a stavebního standardu. Cena rodinného domu se rovná 7 953 907 Kč.

	NÁZEV	ČÁSTKA
1	Solární střešní tašky 90 m ² x 5000 Kč	450 000 Kč
2	Solární panely - 20 m ² x 6000 Kč	120 000 Kč
3	Solární fasáda – 20 m ² x 6000 Kč	120 000 Kč
4	Akumulátory	350 000 Kč
5	Větrná elektrárna	100 000 Kč
6	2x akumulární nádrže	50 000 Kč
7	Bojler	8 000 Kč
8	Nádrž na dešťovou vodu	20 000 Kč
13	Nádrž na šedou vodu	20 000 Kč
9	Jímka s anaerobním čištěním	50 000 Kč
10	Zemní filtr	50 000 Kč
11	Nádrž na bílou vodu	20 000 Kč
12	Zasakovací objekt	20 000 Kč
14	Vrtaná studna	60 000 Kč
15	Chytrá domácnost	20 000 Kč
16	Biomilíř	60 000 Kč
17	Trombeho stěna	50 000 Kč
	Celkem cena technologií	1 568 000,00 Kč

Tabulka 3: Cena technologií

Spočítal jsem cenu technologií v první možnosti zapojení. Hrubý odhad ceny technologií se vyšplhal na částku 1 568 000 Kč.

Celková cena soběstačného rodinného domu bez pozemku a práce k roku 2019 činí 9 521 907 Kč.

12 ZÁVĚR

Výsledkem práce je návrh kompletně soběstačného rodinného domu s použitím nových neodzkoušených technologií v kombinaci v praxi s fungujícími systémy. Z informací, které mám, mohu říct, že v České republice doposud neexistuje rodinný dům vytápěný biomilířem. Navíc většina lidí slyší slovní spojení kompostový reaktor úplně poprvé a už vůbec nenajdete ostrovní dům s Trombeho stěnou a biomilířem jako kompletním hlavním vytápěcím systémem. Ani já jsem na začátku nevěděl, co znamená kompostový reaktor nebo Trombeho stěna a celý tento objekt jsem původně bral pouze jako studii pro vlastní použití. Nicméně asi po týdnu hledání informací jsem se do tohoto tématu tak ponořil, že jsem nemohl přestat.

Tímto se dostávám k tomu, že jsem si na začátku představoval systém ostrovního domu jako několik baterií, které jsou do sebe zapojené spolu s panely umístěnými na střeše. Musím přiznat, že jsem byl rychle vyveden z omylu a komplexnost všech technologií mě velmi překvapila. Způsob jakým je vytápění, ohřev vody, výroba elektřiny a samotná soběstačnost provázána, je až neuvěřitelný.

Snažil jsem se o každém druhu přístroje zjistit co nejvíce informací. To jak funguje a co přesně potřebuje, abych mohl složit stoprocentně fungující soběstačný dům. Sám nemohu posoudit, jestli se mi to povedlo, ale minimálně jsem se snažil získat maximum použitelných informací.

Určitě má můj návrh soběstačného domu mnoho rezerv, které by někdo jiný dopracoval lépe. Myslím si, že o tom tyto projekty jsou, vytvořit podnět pro veřejnou diskuzi, vzdělat sám sebe v nové problematice a představit ji širší veřejnosti.

Můj celkový pocit z této práce je pozitivní. Sám jsem dospěl k názoru, že soběstačné domy nejsou úplnou budoucností lidstva, zejména díky jejich složitosti a finanční náročnosti, nicméně aktivní domy, které z nich přímo vycházejí, už budoucnost určitě mají. Úplné odříznutí nemovitosti od veřejných zdrojů bych rozhodně nevolil, pokud bych samozřejmě nebyl nucen. V případě, že bychom hovořili o objektech z dosahu civilizace, je ostrovní dům ideální řešení a troufám si tvrdit, že v našich klimatických podmínkách bych se nebál tento projekt použít.

13 BIBLIOGRAFICKÝ ZÁZNAM

- [1] Uskladnění energie Fronius www.fronius.com/cz [online]. [cit. 2019-03-8]. Dostupné z: <https://www.fronius.com/cs-cz/czech-republic/solar-energy/produkty/resen-pro-uskladnen-energie>
- [2] Solární taška energetický systém [online]. [cit. 2019-03-8]. Dostupné z: <https://solarnitasky.cz/o-produktu/>
- [3] Nejvýkonnější solární taška na světě T-power [online]. [cit. 2019-03-8]. Dostupné z: <https://www.t-power.cz/produkty/solarni-strechy/quad40/>
- [4] Solární fasády T-power [online]. [cit. 2019-03-8]. Dostupné z: <https://www.t-power.cz/produkty/solarni-fasady/>
- [5] Solární panely T-power [online]. [cit. 2019-03-8]. Dostupné z: <https://www.t-power.cz/produkty/solarni-panely/>
- [6] Kleinwindkraftanlagen WB [online]. [cit. 2019-03-8]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/domaci-vetrna-elektrarna-instalace-prehled-modelu.aspx>
- [7] Mapa větru ve výšce 10 m Ústav fyziky atmosféry [online]. [cit. 2019-03-8]. Dostupné z: <http://vitr.ufa.cas.cz/male-vte/>
- [8] Tepelná čerpadla Chatař chalupář [online]. [cit. 2019-03-8]. Dostupné z: <http://www.chatar-chalupar.cz/tepelna-cerpadla/>
- [9] Biomilíř vytápění kompostem [online]. [cit. 2019-03-9]. Dostupné z: <https://vytapani-kompostem9.webnode.cz/>
- [10] Biomilier construction [online]. [cit. 2019-03-9]. Dostupné z: <http://www.native-power.de/en/native-power/constructing-your-biomeiler>
- [11] Trombeho stěna Dům a zahrada www.fronius.com/cz [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <http://www.dumazahrada.cz/stavba-rekonstrukce/rekonstrukce/23448-trombeho-stena/>
- [12] Teplo z akumulární nádrže Chatař chalupář www.fronius.com/cz [online]. [cit. 2019-03-9]. <http://www.chatar-chalupar.cz/teplo-z-akumulacni-nadrze/>
- [13] Úsporné řešení pro vaše topení Regulus [online]. [cit. 2019-03-9]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/akumulacni-nadrz-ps-2000-n~1>

- [14] Technické parametry nepřímotopného ohřevu vody Dražice [online]. [cit. 2019-03-9]. Dostupné z: <http://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-bp#technicke-parametry>
- [15] Kogenerační kotel Okofen [online]. [cit. 2019-03-9]. Dostupné z: http://www.oekofen.cz/cz/Pellematic_Condens_e/
- [16] Tepelná čerpadla Chatař chalupář [online]. [cit. 2019-03-9]. Dostupné z: <http://www.chatar-chalupar.cz/tepelna-cerpadla/>
- [17] Hospodaření s vodou v soběstačném domě [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/hospodareni-s-vodou-v-sobestacnem-dome/>
- [18] Zdroj pitné vody vrtaná studna [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <http://www.studny-artex.cz/>
- [19] Nádrž na dešťovou vodu z kohoutku [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-rewa>
- [20] Využití šedých vod [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/sede-vody>
- [21] Septik s anaerobním separátorem AS-ANASEP [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-anasep>
- [22] Zemní filtr AS-ZEON [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-zeon>
- [23] Zasakovací tunel AS-KRECHT [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-krecht>
- [24] Založte si sad Chatař chalupář [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <http://www.chatar-chalupar.cz/zalozte-si-sad/>
- [25] Než postavíte skleník Chatař chalupář [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <http://www.chatar-chalupar.cz/nez-postavite-sklenik/>
- [26] Konvenční význam [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <http://coznamena.cz/konvencni>
- [27] Fotovoltaika význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaika>
- [28] Topná patrona význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Topn%C3%A1_patrona

- [29] Výměník význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Tepeln%C3%BD_v%C3%BDm%C4%9Bn%C3%ADk
- [30] Bílá vana význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: https://cze.sika.com/content/czech_republic/main/cs/solutions_products/02/02a015/bila_vana_vodonepropustny_beton.html
- [31] PUR pěna význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/299-izolace-pur-pir-a-fenolicka-pena>
- [32] Médium význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/medium>
- [33] Stirlingův motor význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Stirling%C5%AFv_motor
- [34] Anaerobní a aerobní čištění význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://ekocis.cz/aktuality/anaerobni-cov>
- [35] Bílá voda význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.magazinzahrada.cz/jak-pouzit-precistenou-vodu-z-cov/>
- [36] Mulčování význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Mul%C4%8Dov%C3%A1n%C3%AD>
- [37] Skrývka význam[online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Skr%C3%BDvka>

14 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1: Vizualizace 1	9
Obrázek 2: Model	11
Obrázek 3: Studie 1.NP.....	11
Obrázek 4: Studie 2.NP	12
Obrázek 5: Situace	13
Obrázek 6: T-power SQ-SZ Tegalit Dostupné z: https://www.t-power.cz/wp-content/uploads/2019/01/Sn%C3%ADmek-obrazovky-2019-01-14-v-13.40.33.png	16
Obrázek 7: Bramac Tegalit Dostupné z: https://data.krytinystrechy.cz/100183/www/www.krytiny-strechy.cz/products/1372/1371462/large/1371462_Tegalit-Protector-1536659350.png	16
Obrázek 8: T-power Fassada FV BD Dostupné z: http://www.t-power.cz/wp-content/uploads/2017/04/Sn%C3%ADmek-obrazovky-2017-04-13-v-21.41.03.png	17
Obrázek 9: Deska Cetris Dostupné z: data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAD.png	17
Obrázek 10: T-power QCells Dostupné z: https://www.gbc-renesys.cz/file.php?nid=11374&oid=5318195	17
Obrázek 11: WB Windkraftanlagen Dostupné z: http://www.knorr-nbg-elektrotechnik.de/images/windkraft/windkraft2.jpg	18
Obrázek 12: WB Windkraftanlagen model	18
Obrázek 13: Fronius energy package Dostupné z: https://www.fronius.com/~protected-media/international/se/news/news-folder-old/fronius-energy-package-grey-169.jpg?q=70&iw=570&ih=270&crop=1&imgtype=JPG	19
Obrázek 14: Biomilíř Dostupné z: https://3dwarehouse.sketchup.com/warehouse/v1.0/publiccontent/e9d9035e-5dc9-4d9b-9db6-ed87ab93eee8	22
Obrázek 15: Biomilíř model	22
Obrázek 16: Trombeho stěna Dostupné z: http://static.dumazahrada.cz/version03168/images/design/blank.gif	23

Obrázek 17: AS-REWA Dostupné z: https://www.asio.cz/img/_/as-rewa/as-rewa-pro-eshop.png	29
Obrázek 18: AS-PURAIN Dostupné z: https://www.asio.cz/img/_/as-purain/as-purain-_pr-100-o.rs-pro-asio.cz.png	30
Obrázek 19: AS-ANASEP Dostupné z: https://www.asio.cz/img/_/as-anasep/as-anasep-pro-asio.cz_200.png	31
Obrázek 20: AS-ZEON Dostupné z: https://www.asio.cz/img/_/as-zeon/zemni-filtr-as-zeon.png	31
Obrázek 21: AS-KRECHT Dostupné z: https://www.asio.cz/img/_/as-krecht/as-krecht.png	32
Tabulka 1: Obestavěný prostor.....	36
Tabulka 2: Stavební standardy 2019 Dostupné z: http://www.cenovasoustava.cz/dok/ceny/thu_2019.html	36
Tabulka 3: Cena technologií.....	37