

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov

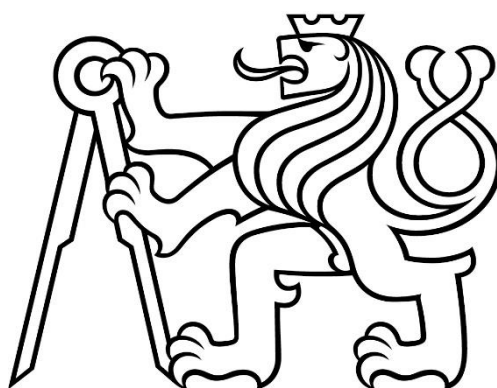


Diplomová práce

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov



Vytápění a větrání inteligentní vily s ostrovním provozem
(Heating and ventilation of intelligent villa with
standalone operation)

Diplomová práce

VEDOUCÍ PRÁCE: prof.Ing. Karel Kabele, CSc.

VYPRACOVALA: Bc. Hana Fauová

LS 2016/2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Fauová Jméno: Hana Osobní číslo: 381342

Zadávací katedra: K 11125 Technických zařízení budov

Studijní program: Inteligentní budovy

Studijní obor: Inteligentní budovy

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vytápění a větrání inteligentní vily s ostrovním provozem

Název diplomové práce anglicky: Heating and ventilation of intelligent villa with standalone operation

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte studii variant řešení technických zařízení pro inteligentní budovu s ostrovním provozem a porovnejte jednotlivá řešení z hlediska technického, environmentálního, investičních a provozních nákladů. Aplikujte poznatky získané studií na řešení konkrétního objektu formou zpracování projektové dokumentace vytápění a větrání na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení ve smyslu vyhlášky 499/2006 Sb.

Seznam doporučené literatury:

Kabele a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)

Valášek a kol.: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001

Petráš a kol.: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005

K. Kabele a kol.: Technická zařízení budov. Vytápění - podklady pro cvičení. Nakladatelství ČVUT 2013

Kolektiv: Topenářská příručka 3, ČSTZ, 2008. Anotaci najdete zde.

D. Petráš, D. Koudelková, K. Kabele: Teplovodní a elektrické podlahové vytápění. Jaga Media s.r.o 2004, ISBN:80-88905-97-4

J. Bašta, K. Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektanta č.1 - Společnost pro techniku prostředí 2008

Garlík, B.: Inteligentní budovy, BEN technická literatura, Praha, 2012, ISBN 978-80-7300-440-8.

Jméno vedoucího diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 24.2.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2017

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“.

24.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně. Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Dne 19.5.2017

Bc. Hana Fauová

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto čestném místě bych chtěla poděkovat prof. Ing. Karlovi Kabelemu, CSc. za jeho odborné vedení a užitečné rady při zpracování diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala majitelům řešené vily, za poskytnutí informací a vstřícnost při jednání. V neposlední řadě patří díky mé rodině a přátelům za jejich nekonečnou podporu.

ANOTACE

Cílem této diplomové práce je zpracování studie tří variant řešení technických zařízení pro inteligentní vilu s ostrovním provozem, jejich porovnání z hlediska technického, enviromentálního, investičních a provozních nákladů a aplikování nejvhodnější z těchto variant na řešení konkrétního objektu formou zpracování projektové dokumentace vytápění a větrání na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení.

Jako konkrétní objekt byla vybrána rodinná vila vystavěná v 15. století, která vévodí plně funkční hospodářské usedlosti. Součástí komplexu je i goticko-renesanční tvrz, jež vznikla zřejmě teprve ve 13. století. Důležitým faktorem při výběru vhodné varianty bylo tedy i zachování historické podstaty objektu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, větrání, ostrovní provoz, tepelné čerpadlo, kogenerace, kotel na pelety, lokální recyklační větrací jednotka, přirozené větrání, centrální vzduchotechnika

ANOTATION

The goal of this thesis is elaboration of three studies of technical facilities for intelligent villa with standalone operation and their comparison in terms of technology, environment and life-cycle costs. The best fitting solution is developed into project of heating and ventilation documentation for building permit.

Thesis is elaborated for villa from 15th century integrated into functional economical complex. Part of the complex is Gothic-renaissance fortress from 13th century. During comparison of the best solution was taken for account historical spirit of the building.

KEYWORDS

Heating, ventilation, standalone operation, heat pump, cogeneration, pellet boiler, local recycling ventilation unit, natural ventilation, central ventilation

OBSAH

1	Úvod	8
2	Popis řešeného objektu	9
2.1	Základní údaje o stavbě	9
2.1.1	Identifikační údaje	9
2.1.2	Kapacity	9
2.1.3	Architektonické a urbanistické řešení	9
2.1.4	Dispoziční a provozní řešení	10
2.1.5	Stavební konstrukce	11
2.1.6	Tepelné ztráty	11
2.1.7	Potřeba venkovního vzduchu	13
3	Ostrovní provoz obecně	14
4	Varianta 1: Fotovoltaika, tepelné čerpadlo, lokální nucené větrání	15
4.1	Technické řešení	15
4.1.1	Zdroj elektrické energie	15
4.1.2	Vytápění	16
4.1.3	Větrání	17
4.2	Dopad na životní prostředí	18
4.3	Investiční a provozní náklady	19
4.3.1	Investiční náklady	19
4.3.2	Provozní náklady	19
5	Varianta 2: Bioplyn, kogenerace se spalovacím motorem, centrální vzduchotechnika	21
5.1	Technické řešení	21
5.1.1	Zdroj elektrické energie a vytápění (KVET)	21
5.1.2	Větrání	24
5.2	Dopad na životní prostředí	25
5.3	Investiční a provozní náklady	26
5.3.1	Investiční náklady	26
5.3.2	Provozní náklady	26
6	Varianta 3: Fotovoltaika, kotel na pelety, přirozené větrání	28
6.1	Technické řešení	28
6.1.1	Zdroj elektrické energie	28
6.1.2	Vytápění	29
6.1.3	Větrání	30
6.2	Dopad na životní prostředí	30
6.3	Investiční a provozní náklady	31

6.3.1	Investiční náklady.....	31
6.3.2	Provozní náklady.....	32
7	Výběr nejvhodnější varianty	33
7.1	Zhodnocení jednotlivých kapitol	33
7.1.1	Technické řešení	33
7.1.2	Dopad na životní prostředí	34
7.1.3	Investiční a provozní náklady	34
7.2	Konečný verdikt.....	35
7.2.1	Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy pro vybranou variantu...36	
8	Závěr.....	38
9	Seznam použitých zdrojů.....	39

1 Úvod

Cílem této diplomové práce je vypracovat studie tří variant řešení vytápění a větrání inteligentní vily s ostrovním provozem a jejich porovnání z hlediska technického, enviromentálního, investičních a provozních nákladů a aplikovat vybrané řešení konkrétní rodinné vily formou zpracování projektové dokumentace vytápění a větrání na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení ve smyslu vyhlášky 499/2006 Sb.

V dnešní době není problém postavit energeticky soběstačný dům, který by svým obyvatelům poskytl minimálně stejný komfort jako běžná výstavba. Ostrovní provoz nemá v Evropě, která je hustě osídlena, takovou tradici, jako na pustých amerických pláních. V současnosti je energetická nezávislost a využívání obnovitelných zdrojů trendem. Bohužel obecná představa finanční výhodnosti tohoto trendu není pravdivá, protože jsou dnes energie poměrně levné, zato náklady na pořízení energeticky soběstačných zařízení jsou vysoké a porovnáme-li investiční náklady s množstvím získané energie za dobu životnosti zařízení, zjistíme, že tato představa je skutečně mylná. I přesto je na některých místech ostrovní provoz nezbytná investice.

Pro zpracování projektu jsem vybrala rodinnou vilu vystavěnou v 15. století, která je součástí plně funkčního hospodářského statku uspořádaného dříve hlavně pro chov masného dobytka a nyní i pro chov sportovních koní. Statek má k dispozici rozsáhlé pozemky jak luk, tak polí, které v průměrně dobré sezóně tak akorát uživí veškeré zvířectvo a pár hektarů lesa, jehož výtěžnost postačí pro sezónní doplňkové topení dřevem v peci a krbu ve vile. Součástí komplexu je i goticko-renesanční tvrz, jež vznikla zřejmě teprve ve 13. století. Důležitým faktorem pro výběr vhodných řešení bude tedy i přání majitele zachovat historickou podstatu objektu.

2 Popis řešeného objektu

2.1 Základní údaje o stavbě

2.1.1 Identifikační údaje

Název stavby: Rodinná vila hospodářské usedlosti

Místo stavby: Pohnánek, okres Tábor

Část: Vytápění a větrání

2.1.2 Kapacity

Celková plocha pozemku: 40 740 m²

Zastavěná plocha pouze vila: 525,6 m²

Obestavěný prostor, pouze vila: 1547,95 m³

2.1.3 Architektonické a urbanistické řešení

Objekt má jednoduchý obdélníkový půdorys se symetrickým rozšířením ve střední části. V jihozápadní části je v přízemí prostorná venkovní terasa. Obytná část je dvoupodlažní s polovalbovou střechou. Hlavní vchod do objektu je na jihozápadní straně v 1.NP.

Fasáda je obnovena podle původní, nezateplená kombinace omítky ve žluté barvě a pohledových částí v oblasti oken a fiktivních sloupů. Okna a dveře jsou dřevěná nová na zakázku také podle původních.

Hlavní vstup na pozemek je na severu společně s příjezdovou komunikací.



Obr. 1: Fotografie vily

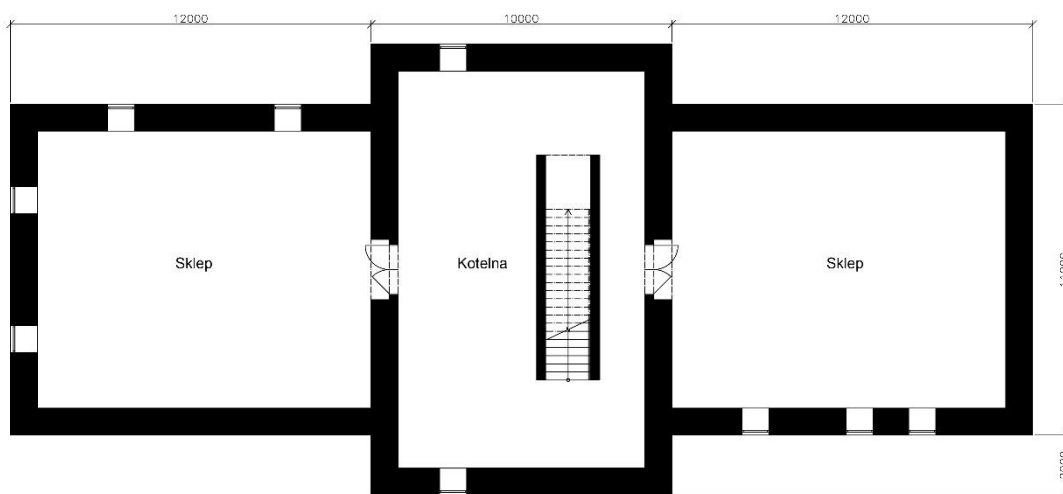
2.1.4 Dispoziční a provozní řešení

V prvním podlaží se nachází centrální hala se schodištěm do druhého podlaží, obývací pokoj, kancelář, kuchyně s jídelnou, spíž, prádelna, WC a vstup do suterénu.

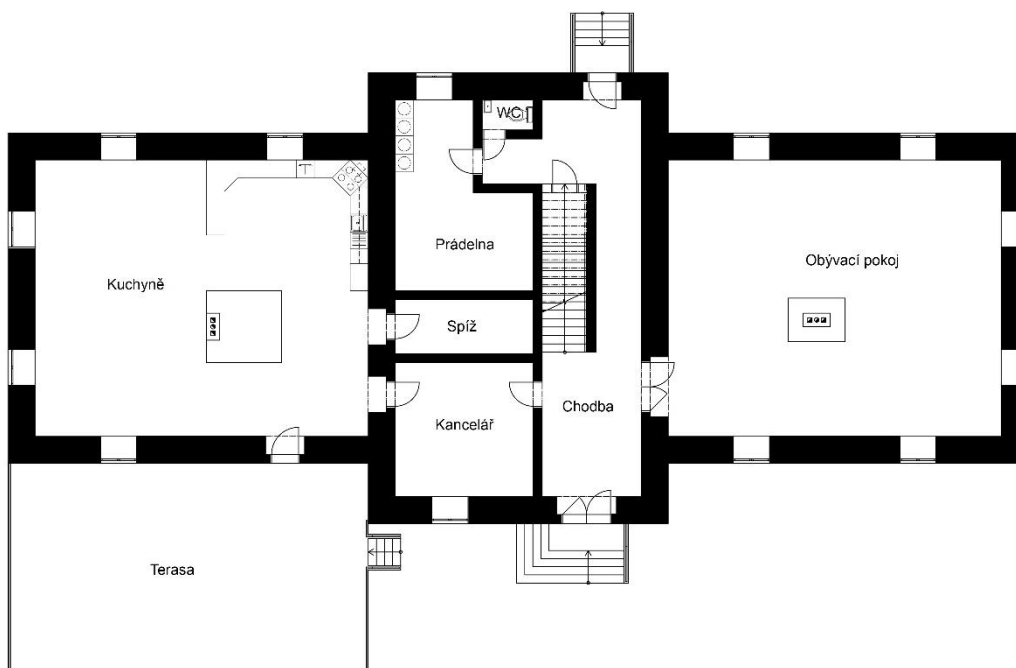
V podzemním podlaží se nachází kotelna a dva prostorné sklepy.

V druhém podlaží je chodba, 5 ložnic, 2 koupelny, 2 komory a pracovna. Z chodby je možnost vstupu na nezateplenou půdu.

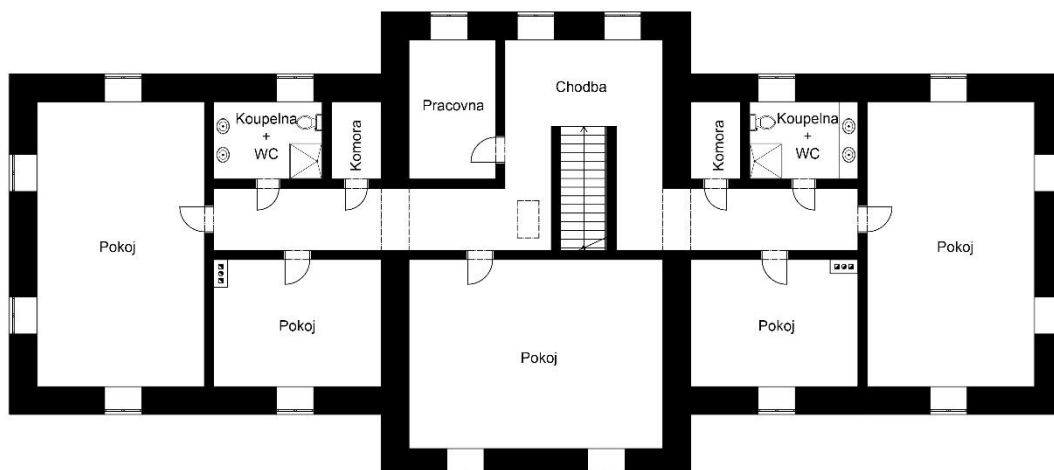
Kapacitně je dům navržen pro deset uživatelů.



Obr 2: Studie půdorysu suterénu



Obr 3: Studie půdorysu 1.NP



Obr 4: Studie půdorysu 2.NP

2.1.5 Stavební konstrukce

Obvodové nosné konstrukce jsou postaveny z původního kamene a jejich tloušťka je 900 mm. Vnitřní příčky jsou ze stejného materiálu jako obvodové zdivo, ale jejich tloušťka je 300 mm.

Vodorovné konstrukce jsou všechny rekonstruovány a zatepleny a podlaha suterénu nově odizolována proti zemní vlhkosti. Strop mezi suterénem a prvním nadzemním podlažím tvořily původně klenby, které se před několika lety zřítily a nahradila je betonová vyztužená deska, která je z hlediska možnosti vedení technických rozvodů praktičtější.

Strop nad prvním a druhým nadzemním podlažím je rekonstruovaný původní dřevěný trámový strop.

Konstrukce krovu je celá nově vybudovaná stojatá stolice obnovená podle původní.

2.1.6 Tepelné ztráty

Jednotlivé skladby konstrukcí byly posouzeny v programu Teplo 2010. S ohledem na přání majitele byla zachována podoba historické fasády, tudíž byly díky zateplení zlepšeny tepelně technické vlastnosti pouze vodorovných konstrukcí, což se projevilo na tepelných ztrátách. Jejich výpočet proběhl v programu Protech TV – norma ČSN EN 12 831.

2.1.6.1 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů

Skladba obvodového pláště – stěna suterénu:	$U = 2,004 \text{ W/m}^2\text{K}$
Skladba obvodového pláště:	$U = 1,502 \text{ W/m}^2\text{K}$
Skladba podlahy suterénu:	$U = 0,298 \text{ W/m}^2\text{K}$
Skladba podlahy nad suterénem:	$U = 0,276 \text{ W/m}^2\text{K}$
Skladba stropu pod nevytápěnou půdou:	$U = 0,117 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dřevěné okno s izolačním trojsklem:	$U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
Částečně prosklené vchodové dřevěné dveře:	$U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.1.6.2 Tabulka tepelných ztrát místností

Tab. 1: Tepelné ztráty místností

Místnost	Plocha [m ²]	Teplota [°C]	Ztráta prostupem [W]	Ztráta výměnou vzduchu [W]	Celková ztráta [W]
1.NP					
1.01 Chodba	48,54	15	725	816	1540
1.02 Kancelář	20,47	20	1458	785	2243
1.03 Kuchyně	103,89	20	5556	5877	11433
1.04 Spíž	8,28	18	-80	150	71
1.05 Obývací pokoj	102,87	20	5722	1959	7681
1.06 Prádelna	23,01	20	1467	1324	2791
1.07 WC	1,70	20	444	33	477
2.NP					
2.01 Chodba	66,08	20	1271	1247	2518
2.02 Pracovna	12,60	20	898	238	1135
2.03 Komora	3,55	15	-21	65	44
2.04 Koupelna + WC	8,75	24	1084	549	1633
2.05 Pokoj	49,68	20	3249	937	4187
2.06 Pokoj	21,74	20	936	418	1354
2.07 Pokoj	50,02	20	2035	944	2979
2.08 Pokoj	21,74	20	936	418	1354
2.09 Pokoj	49,68	20	3249	937	4187
2.10 Koupelna + WC	8,75	24	1084	549	1633
2.11 Komora	3,55	15	-21	65	44
Celkem			29992	17312	47305

2.1.7 Potřeba venkovního vzduchu

Pro intenzitu větrání 0,5 [1/h]

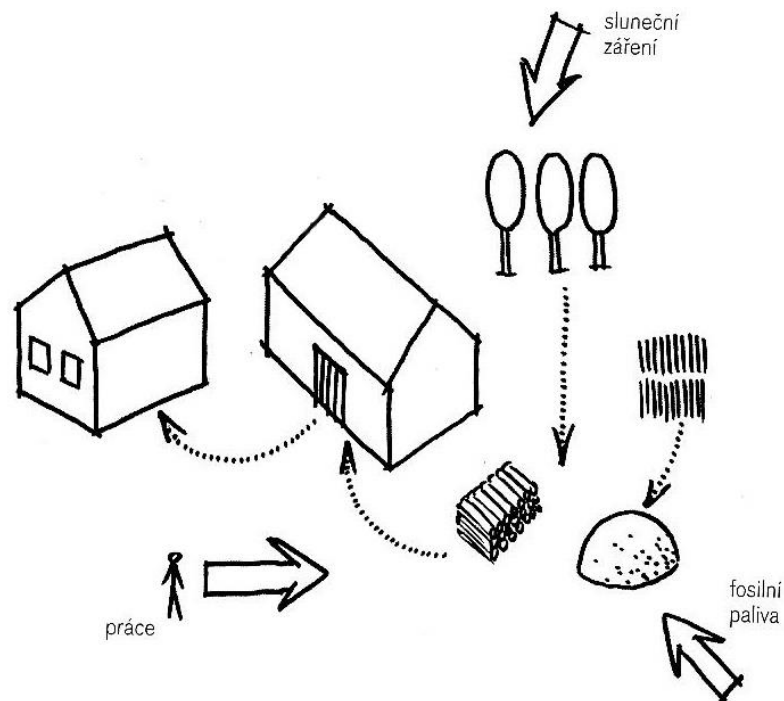
Tab. 2: Potřeba venkovního vzduchu jednotlivých místností

Místnost	Plocha [m ²]	Světlá výška [m]	Potřeba venkovního vzduchu [m ³ /h]
<i>1.NP</i>			
1.01 Chodba	46,28	3	69,42
1.02 Kancelář	20,47		30,71
1.03 Kuchyně	98,34		147,51
1.04 Spíž	8,28		-
1.05 Obývací pokoj	100,57		150,86
1.06 Prádelna	23,01		34,52
1.07 WC	1,70		2,55
<i>2.NP</i>			
2.01 Chodba	63,68	3	95,52
2.02 Pracovna	12,60		18,90
2.03 Komora	3,55		-
2.04 Koupelna + WC	8,75		13,13
2.05 Pokoj	49,68		74,52
2.06 Pokoj	21,74		32,61
2.07 Pokoj	50,02		75,03
2.08 Pokoj	21,74		32,61
2.09 Pokoj	49,68		74,52
2.10 Koupelna + WC	8,75		13,13
2.11 Komora	3,55		-

3 Ostrovní provoz obecně

Ostrovní provoz se dá jinými slovy vyjádřit jako energeticky soběstačný dům. Slovo „ostrovní“ tedy vyjadřuje nezávislost na inženýrských sítích (elektrická rozvodná síť, vodovod, kanalizace, teplovod).

Příklad z historie je model venkovského statku, který je blízky řešené rodinné vile. Mezi příslušenství takového statku patřil vždy kus lesa, který mimo jiné funkce byl i zdrojem paliva. Dříve se musel takový statek obejít bez elektřiny nebo nafty, a i přesto fungoval. Z takového tradičního statku vychází model jedné z cest k energetické soběstačnosti, ovšem s použitím moderních technologií.



Obr 5: Model statku [1]

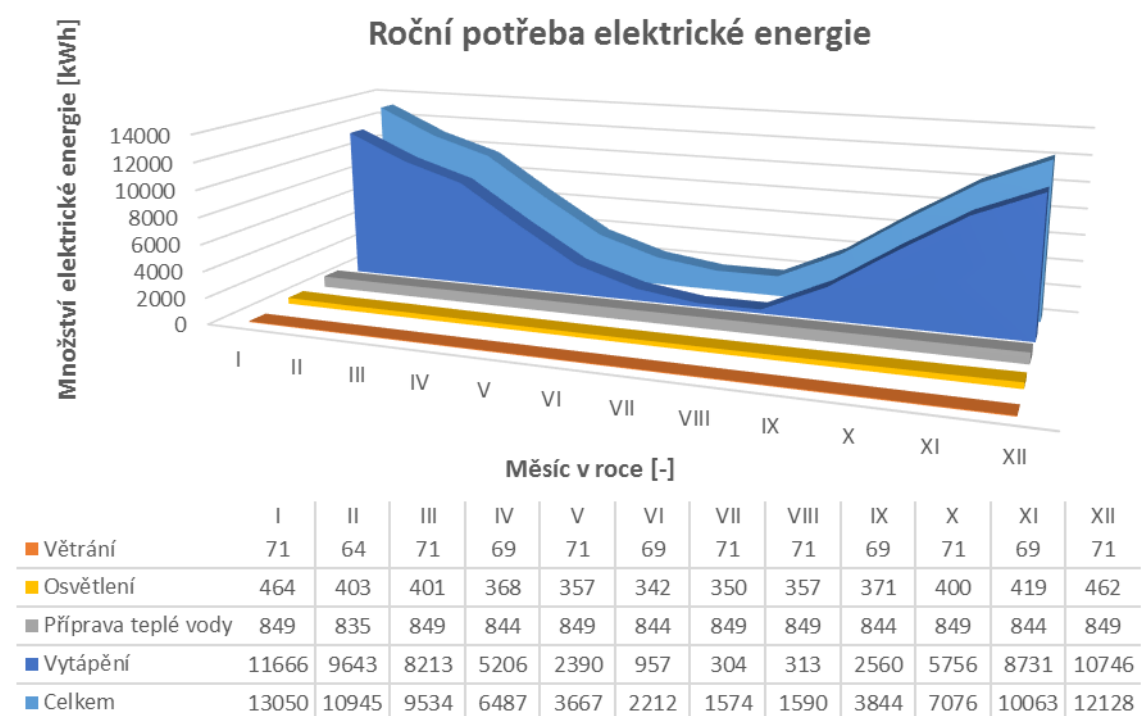
4 Varianta 1: Fotovoltaika, tepelné čerpadlo, lokální nucené větrání

4.1 Technické řešení

4.1.1 Zdroj elektrické energie

Jako zdroj elektrické energie jsem v první variantě vybrala energii slunce, kterou získáme díky fotovoltaickým panelům. Vzhledem k množství budov celého statku a plochám různě orientovaných střech nebude problém ideální umístění panelů, a tudíž využití jejich maximální účinnosti. Tento systém musí být pro ostrovní provoz vybaven doplňujícími akumulátory.

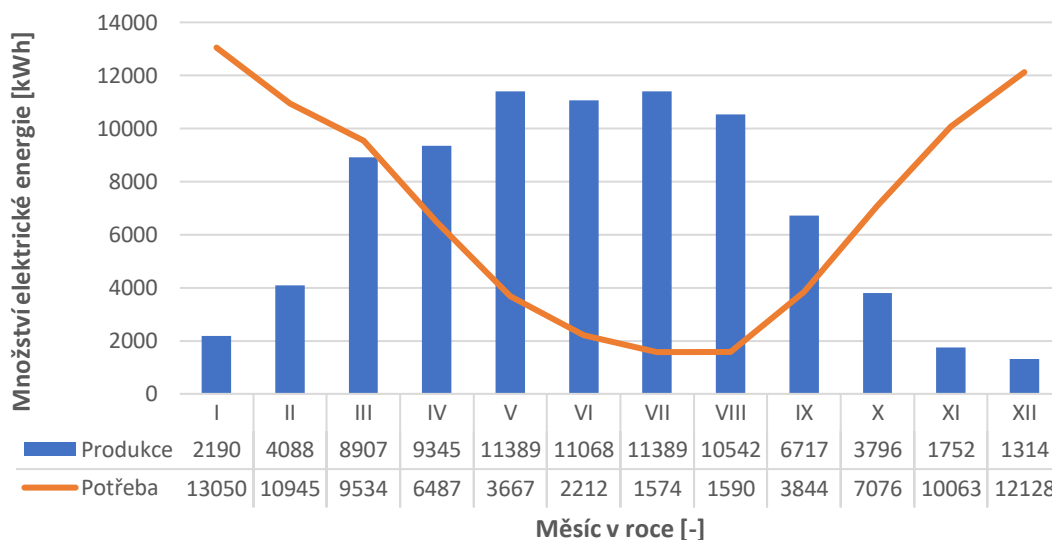
Veškeré uvedené energetické bilance jsem vypočítala pomocí národního kalkulačního nástroje NKN. [2] Celková roční potřeba je tedy 82170 kWh.



Obr 6: Varianta 1 – graf roční energetické bilance budovy

Aby fotovoltaický systém vyprodukoval během roku potřebné množství energie, musí být pokryto celkem 510 m² střech. Poté je celková roční produkce fotovoltaiky s natočením cca 15° od jihu a sklonem 45° 82500 kWh.

Porovnání roční produkce fotovoltaického systému a celkové potřeby elektřiny



Obr. 7: Varianta 1 – graf roční energetické bilance fotovoltaiky

Roční přebytky činí 41077 kWh a pro jejich uložení jsem zvolila na českém trhu největší akumulátory a to lithium-iontové baterie o kapacitě 12 kWh, kterých je celkem potřeba 3423 kusů.

4.1.2 Vytápění

Pro tuto variantu jsem jako zdroj tepla zvolila geotermální energii, což je v současnosti velmi oblíbený přírodní zdroj. Tato energie je využitelná díky tepelnému čerpadlu země/voda s hloubkovými sondami na získávání energie prostředí.

Jedním z pozitiv tohoto řešení je, že díky zemním vrtům je výkon tepelného čerpadla stabilní a topný faktor vysoký i při extrémně nízkých teplotách. Tepelné čerpadlo může získat až 70 % energie prostředí, v němž pracuje a spotřebuje jen 30 % energie na přeměnu nízkopotencionálního tepla. Mezi výhody patří i komfortnost a bezpečnost tepelného čerpadla.

Mezi negativa bych zařadila obtížnější provádění zemních vrtů a jejich potřebu rozestupu 10 % z hloubky vrtu, což se ale v případě řešené vily mezi problémy rozhodně neřadí, vzhledem k rozsáhlým přidruženým pozemkům.

Geotermální vrty se provádějí hloubky od 40 do 150 m. Pokud je hodnota hustoty tepelného toku ze země cca 50 W na běžný metr hloubky, pak pro pokrytí tepelných ztrát vily bude zapotřebí asi 964 m hloubky vrtů. Navrhla jsem tedy 9 vrtů hlubokých 120 m.

Vzhledem k tomu, že u vybraného tepelného čerpadla není integrovaný zásobník TUV, je k této variantě pro ohřev teplé vody připojen ještě dodatkový zásobník pro centrální ohřev TUV a akumulací zásobník.

Pro všechny varianty jsou shodné doplňkové tepelné zdroje na tuhá paliva, a to konkrétně kamenná pec v kuchyni a krb s otevřeným ohništěm v obývacím pokoji.

Otopnou soustavu jsem pro variantu č. 1 zvolila teplovodní měděnou dvourubkovou s deskovými ocelovými otopnými tělesy, kde teplonosná látka je teplá voda s maximální teplotou do 110 °C. Hlavní z výhod je její velká teplotní kapacita a snadná regulace i přímo ve vytápěných místnostech. Nevýhodou může být koroze kovových částí.

4.1.3 Větrání

V této variantě jsem zvolila nucený decentralizovaný systém větrání se zpětným získáváním tepla a vlhkosti pomocí kombinace lokálních větracích rovnotlakých jednotek s regeneračním výměníkem v obytných místnostech a lokálních větracích podtlakových jednotek určených pouze pro odtah vzduchu v sanitárních prostorech. Všechny jednotky, u kterých to lze, jsou osazeny fasádním prvkem, jenž nebude narušovat vzhled fasády. Celý systém je doplněn větracími mřížkami ve všech interiérových dveřích zaručujících cirkulaci vzduchu. Odtah digestoře je proveden na fasádu.

Hlavním kladem nuceného větrání je zaručení dostatečného přísunu čerstvého vzduchu bez nutnosti zapojení obyvatel domu na základě informace podané z čidla CO₂ umístěného přímo v místnosti řídicí jednotce a to tak, aby koncentrace oxidu uhličitého v jednotlivých místnostech nepřekročila 1000 ppm.

Dalším pozitivem je filtrace vzduchu v jednotkách, díky níž se sníží prašnost v domě, což je vzhledem k hodně prašnému okolnímu provozu statku velké plus.

Výhodou regeneračního výměníku v každé recyklační jednotce je použití tepla z odpadního vzduchu na ohřátí čerstvě přiváděného venkovního vzduchu, a tak snížení spotřeby tepla na vytápění, a schopnost recyklace vlhkosti vzduchu, kdy se v zimě vlhkost automaticky sráží z odváděného vzduchu v jednotce vychlazené přiváděným vzduchem, s nímž se poté vrací zpět do interiéru a v létě naopak. Proto není potřeba řešení odtoku kondenzátu, protože je veškerá zkondenzovaná voda využita.

Mezi plusy bych zařadila i absenci jakýchkoliv vzduchotechnických rozvodů, kvůli kterým by byla potřeba instalace podhledů, jež by zakrývaly velice vzhledné původní trémové stropy.

Jako nevýhodu bych uvedla relativní náročnost provedení do kamenné zdi, ovšem s dnešními technologiemi jádrového vrtání využívající diamantové řezací techniky se o zase tak zásadní mínus nejedná.

4.2 Dopad na životní prostředí

Množství emisí znečišťujících látek podle vyhlášky 480/2012 Sb. jako součin měrné výrobní emise a vztažné veličiny odpovídající různým zdrojům tepla. Vypočtené hodnoty jsou zaznamenány v následujících tabulkách. [3]

Tab. 3: Varianta 1 – množství emisí znečišťujících látek pro elektřinu

Elektřina				
Parametr	[kg/MWh]		[kg/rok]	
NH ₃	0	Potřeba elektřiny [MWh/rok]	0	
VOC	0,00249		82,170	0,204603
CO	0,08621		7,083876	
NO _x	0,56764		46,64298	
SO ₂	0,84124		69,12469	
TZL	0,03680		3,023856	
PM _{2,5}	0,02208		1,814314	
CO ₂ [kg/GJ]	281		83123,17	

Tab. 4: Varianta 1 – množství emisí znečišťujících látek pro kusové dřevo

Kusové dřevo			
Parametr	[kg/t]		[kg/rok]
TZL	7,22	Množství spotřebovaného dřeva [t/rok]	39,71
PM ₁₀	7,20556		39,63058
PM _{2,5}	7,13336		39,23348
SO ₂	0,16		0,88
NO _x	0,678		3,729
CO	-		-
VOC	-		-
TOC	30,5		167,75
CO ₂ [kg/GJ]	0		0

4.3 Investiční a provozní náklady

4.3.1 Investiční náklady

Nejdražší položkou investičních nákladů této varianty je bez pochyby fotovoltaický systém. Další tučnou částku na seznamu tvoří položka za provedení geotermálních vrtů a tepelné čerpadlo.

Celkové investiční náklady jsou tedy pro tuto variantu cca 808901803 Kč. Hrubý odhad pořizovacích nákladů jednotlivých položek technických systémů je shrnut v následující tabulce.

Tab. 5: Varianta 1 – odhad investičních nákladů [4] [5] [6] [7]

Investiční náklady	
Druh investice	Cena [Kč]
Fotovoltaický systém	2925500
Lithium-iontové baterie	803404062
Tepelné čerpadlo	595162
Akumulační zásobník TV	8899
Zásobník TUV	71820
Geotermální hlubinné vrtý	1200500
Otopná soustava	266420
Vzduchotechnické jednotky	259832
Fasádní prvky vzduchotechnických jednotek	78387
Montážní práce	91221
Celkem	808901803

4.3.2 Provozní náklady

Vzhledem k tomu, že se jedná o ostrovní systém, tak provozních nákladů není mnoho. Všechny potřebné energie se vyrábí přímo na statku.

Tepelné čerpadlo je zcela bezúdržbové, ovšem servis jedenkrát ročně rozhodně není na škodu. Pravidelné servisy, které se provádějí nejlépe v létě, kdy je provoz nulový nebo minimální, zefektivňují provoz čerpadla nastavením na další topnou sezónu podle údajů z té předchozí. Takový servis nezabere déle než hodinu a podle ceníku od výrobce tepelných čerpadel G-term vyjde na 590 Kč.

Dřevo pro provoz pece v kuchyni a krbu v obýváku bude bráno z vlastních lesů, a tak je tedy potřeba pouze každoroční revize obou komínů, která vyjde na cca 1200 Kč.

Řídící jednotky lokálních vzduchotechnických jednotek plní i úlohu indikátoru zaneseného filtru. Ten ale není potřeba hned měnit, stačí ho vyčistit pod tekoucí vodou

nebo v myčce. Výrobce jednotek Lunos doporučuje výměnu filtru každých 3-5 let a cena jednoho filtru je 140 Kč, takže při použitých třiceti jednotkách jsou roční provozní náklady 840 Kč.

Celkem tedy roční náklady na provoz činí 2770 Kč.¹

¹ Investiční i provozní náklady jsou počítány pouze hrubým odhadem. Pro podrobný výpočet není v této práci dostatek prostoru.

5 Varianta 2: Bioplyn, kogenerace se spalovacím motorem, centrální vzduchotechnika

5.1 Technické řešení

5.1.1 Zdroj elektrické energie a vytápění (KVET)

Vzhledem ke skutečnosti, že je řešená rodinná vila součástí plně funkčního hospodářství, jsem pro druhou variantu zvolila kombinovanou výrobu elektřiny a tepla (KVET). Konkrétně energii z bioplynu, který lze použít jako pohon zážehového spalovacího motoru kogenerační jednotky, jenž pohání generátor vyrábějící elektrickou energii. Odpadní teplo z motoru je pak dále využito a odváděno pomocí dvou výměníků, kde odvádí první teplo z bloku motoru a oleje (80-90 °C) a druhé teplo z výfukových spalin (400-500 °C).

Jedním z kladů tohoto řešení je možnost využití veškeré biomasy i zbytků z vyhnívacího procesu, které jsou velice hodnotným hnojivem nebo kompostem. Dalším plusovým bodem je snížení rozvodů na polovinu, protože teplo i elektřina vznikají na jednom místě, čímž se zároveň redukuje ztráty rozvodných sítí.

Nevýhodou použití bioplynu jako paliva kogenerační jednotky je hlavně nestálost složení biomasy a různorodé složení konečného produktu, jímž je bioplyn. Dalším negativem použití bioplynu pro kogenerační jednotku se spalovacím motorem je celkem častý výskyt technických problémů vzhledem k proměnnému složení bioplynu.

Bioplyn se získává v bioplynové stanici z hospodářskými zvířaty vyprodukovaného hnoje a kejdy a kalu usazeného v domácí čističce odpadních vod. Je samozřejmě možné přidávat i další biomasu, jako jsou například potravinářské odpady. Ty jsem vzhledem k jejich malé produkci v následujícím zjednodušeném výpočtu produkce bioplynu nezapočítávala. Bioplyn obsahuje cca 55–70 % methanu, který má výhřevnost od 19,6 MJ/m³ do 25,1 MJ/m³, což je 5,4–7,0 kWh/m³. Z 1 m³ bioplynu lze získat v kogenerační jednotce přibližně 1,4 kWh elektřiny a 3,7 kWh tepla. [1]

Na statku se v současnosti chovají 4 prasnice, 22 masných krav a 3 mléčné krávy, 10 telat a 25 koní a v návrhu je jedna domácí čistička odpadních vod (ČOV). Ročně vyprodukuje jedna prasnice cca 24 t kejdy, jedna kráva 20 t kejdy, jedno tele 24 t kejdy a jeden kůň 10 t kejdy a navržená ČOV cca 2,8 t kalu. Produkce kejdy je ovšem počítána,

pokud jsou zvířata 24 h denně ustájena. V tomto případě se, kromě prasnic, veškeré zvířectvo pouští na 14 h denně na pastvinu. [8] [9]

Z jedné tuny kejdy a kalu lze získat určité množství bioplynu. Produkce bioplynu z kejdy se liší podle druhu zvířete. U koňské kejdy je to cca 12 m³, u skopové kejdy 25 m³, u prasečí kejdy 30 m³. Z jedné tuny kalu pak lze získat cca 30 m³ bioplynu. V následující tabulce je shrnuta produkce kejdy a bioplynu z ní pro řešený objekt. [10]

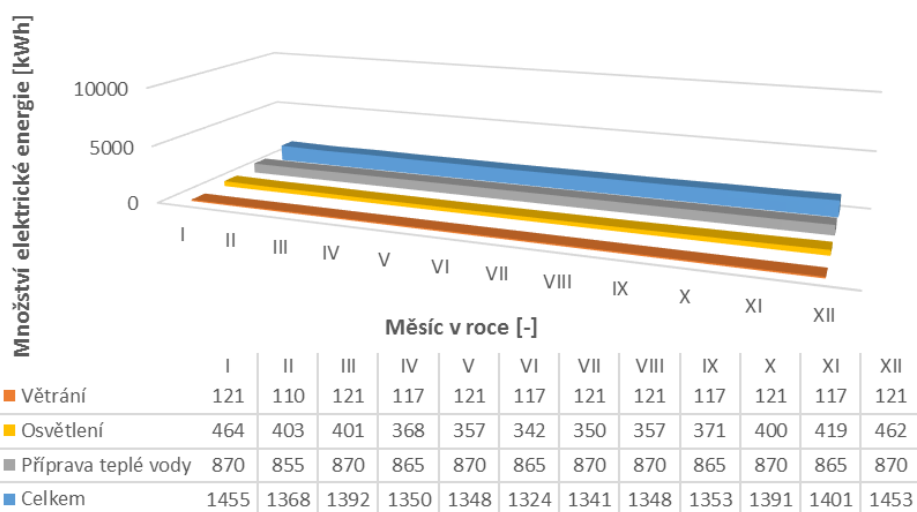
Tab. 6: Varianta 2 – roční produkce kejdy, hnoje a bioplynu

Roční produkce kejdy a hnoje [t]			Roční produkce bioplynu [m ³]	
Druh zvířete	Doba ustájení		Druh zvířete	Produkce
	24h/den	8h/den		
Prasnice	96	-	Prasnice	2880
Krávy	500	150	Krávy	3750
Telata	240	72	Telata	1800
Koně	250	75	Koně	900
Roční produkce kalu [t]			ČOV	84
ČOV	2,8		Celkem	9414

Hospodářství přidružené k řešené vile je tedy schopno ročně vyprodukovat zhruba 9414 m³ bioplynu. Z tohoto množství lze v kogenerační jednotce ročně získat cca 13180 kWh elektrické energie a zhruba 34832 kWh tepelné energie.

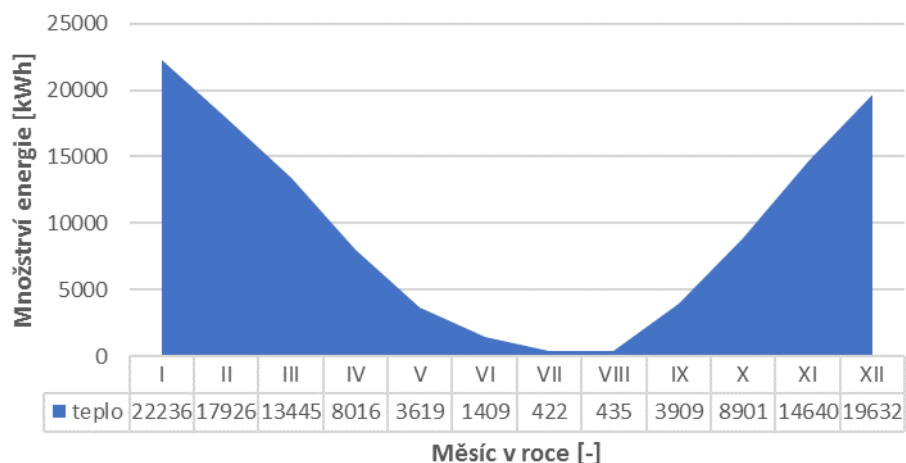
Toto množství energií bohužel pro potřeby vily nestačí, protože roční potřeba elektřiny je 16524 kWh a tepla na vytápění je 117771 kWh.

Roční potřeba elektrické energie



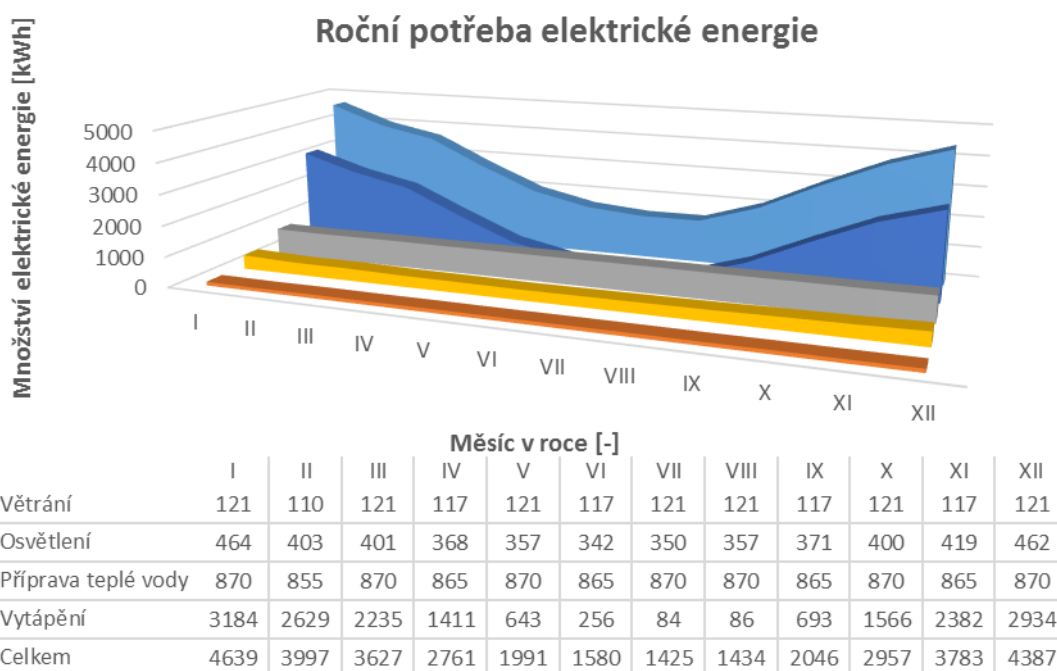
Obr 8: Varianta 2 – graf roční energetické bilance budovy

Roční potřeba tepla na vytápění



Obr 9: Varianta 2 – graf roční potřeba tepla na vytápění

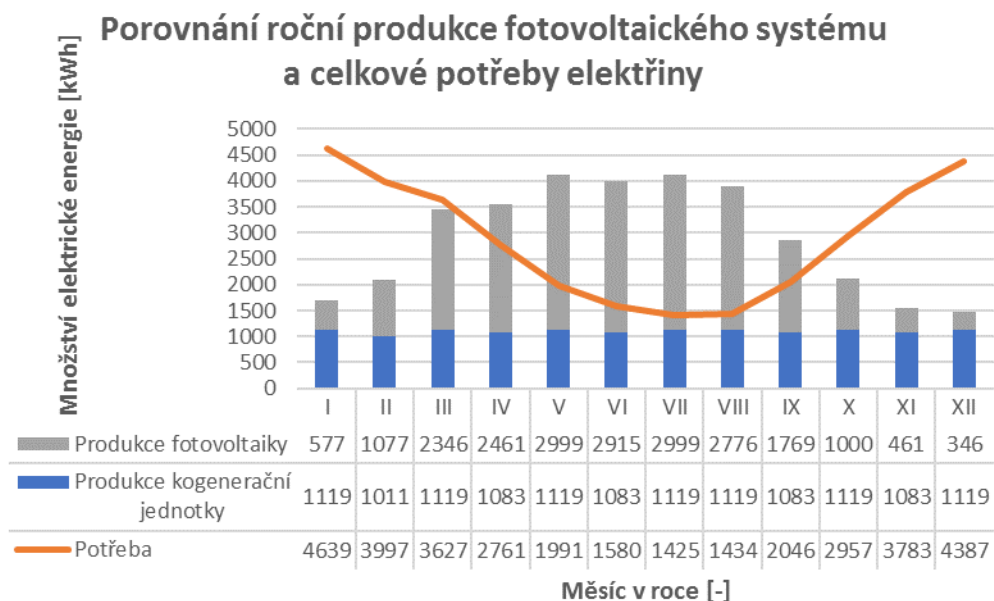
Proto je potřeba přidat další zdroj tepelné energie a pro tyto účely bych zvolila tepelné čerpadlo země/voda použité již v první variantě ovšem s nižším tepelným výkonem, poté se ale rapidně zvýší potřeba elektrické energie na 34627 kWh/rok.



Obr 10: Varianta 2 – graf roční energetické bilance budovy s tepelným čerpadlem

Kogenerační jednotku tedy doplní další zdroj elektřiny, konkrétně fotovoltaické panely. Aby fotovoltaický systém vyprodukoval během roku potřebné množství energie, které doplní kogenerační jednotku, musí být pokryto celkem 135 m² střechem. Poté je

celková roční produkce fotovoltaiky s natočením cca 15° od jihu a sklonem 45° 21725 kWh.



Obr. 11: Varianta 2 – graf roční energetické bilance kogenerace a fotovoltaiky

Roční přebytky činí 11290 kWh a pro jejich uložení je celkem potřeba 941 baterií.

Pro zásobování teplé vody jsem vybrala kombinovaný zásobník s vnořeným bojlerem pro akumulaci topné vody i ohřev TUV.

Pro otopnou soustavu druhé varianty jsem zvolila teplovodní podlahové vytápění, které má velmi dobré rozložení vzduchu v místnosti. Jedním z kladů tohoto řešení je úspora energie díky výrazně nižší teplotě na přívodu než u otopných těles. Také v místnostech nezabírá prostor a nejsou vidět žádná nevzhledná tělesa, sníží se ovšem světlá výška místnosti o vrstvy podlahového vytápění. To ale v tomto případě nevádí, vzhledem k relativně vysokým stropům. Nevýhodou je obtížnost provádění dodatečných oprav.

5.1.2 Větrání

Pro tuto variantu jsem zvolila centrální nucený systém větrání se zpětným získáváním tepla pomocí centrální vzduchotechnické jednotky, přívodního a odvodního kruhového spiro potrubí a koncových vyústek. V obytných místnostech bude použit rovnotlaký systém a v sanitárních místnostech podtlakový systém. Cirkulace vzduchu v domě je zajištěna pomocí větracích mřížek ve všech interiérových dveřích. Odtah digestoře bude proveden samostatně na fasádu stejně jako ve variantě číslo jedna.

Klady a zápory systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla jsou stejné jako v kapitole 4.1.3 s tím rozdílem, že zde se nejedná o regenerační výměník, nýbrž o rekuperační, a proto výhody spojené se schopností recyklace vlhkosti odpadají.

Rozdíl je také mezi potřebou vzduchotechnických rozvodů. Zatímco u lokálního způsobu větrání nejsou žádné rozvody potřeba, zde u centrálního větrání pomocí vzduchotechnické jednotky umístěné v suterénu budovy se vzduchotechnickému potrubí nelze vyhnout. Na tuto skutečnost se váže další negativum, a to potřeba podhledů ve všech místnostech kromě technického zázemí a výrazné snížení světlé výšky místnosti. Mezi záporné body bych zařadila opět i relativní náročnost provedení otvorů pro rozvody vzduchotechniky v kamenných zdech.

5.2 Dopad na životní prostředí

Výpočet množství emisí znečišťujících látek proběhl podle vyhlášky 480/2012 Sb. Vypočtené hodnoty jsou zaznamenány v následujících tabulkách. [3]

Tab. 7: Varianta 2 – množství emisí znečišťujících látek pro elektřinu

Elektřina				
Parametr	[kg/MWh]			[kg/rok]
NH ₃	0	Potřeba elektřiny [MWh/rok]	34,627	0
VOC	0,00249			0,086221
CO	0,08621			2,985194
NO _x	0,56764			19,65567
SO ₂	0,84124			29,12962
TZL	0,03680			1,274274
PM _{2,5}	0,02208			0,764564
CO ₂ [kg/GJ]	281			35028,67

Tab. 8: Varianta 2 – množství emisí znečišťujících látek pro bioplyn

Bioplyn				
Parametr	[kg/10 ³ Nm ³]			[kg/rok]
TZL	0,05	Množství spotřebovaného bioplynu [m ³ /rok]	9414	0,4707
SO _x	2			18,828
NO _x	60			564,84
CO	15			141,21
VOC	30			282,42
CO ₂ [kg/GJ]	0			0

Tab. 9: Varianta 2 – množství emisí znečišťujících látek pro kusové dřevo

Kusové dřevo				
Parametr	[kg/t]	Množství spotřebovaného dřeva [t/rok]	[kg/rok]	
TZL	7,22		5,3	38,266
PM ₁₀	7,20556			38,18947
PM _{2,5}	7,13336			37,80681
SO ₂	0,16			0,848
NO _x	0,678			3,5934
CO	-			-
VOC	-			-
TOC	30,5			161,65
CO ₂ [kg/GJ]	0			0

5.3 Investiční a provozní náklady

5.3.1 Investiční náklady

Investice do výstavby odpadové bioplynové stanice na výrobu paliva pro kogenerační jednotku je až v astronomických částkách, a to ještě musíme použít bivalentní tepelný zdroj, který také není právě levnou záležitostí.

Celkové investiční náklady jsou tedy pro tuto variantu cca 299286171 Kč. Hrubý odhad pořizovacích nákladů jednotlivých položek technických systémů je shrnut v následující tabulce.

Tab. 10: Varianta 2 – odhad investičních nákladů [11] [12] [4] [13] [5] [14] [15]

Investiční náklady	
Druh investice	Cena [Kč]
Fotovoltaický systém	770250
Lithium-iontové baterie	220811713
Výstavba bioplynové stanice	75312000
Kogenerační jednotka	477950
Tepelné čerpadlo	297581
Geotermální hlubinné vrtý	540500
Kombinovaný akumulční zásobník	57336
Otopná soustava	531000
Vzduchotechnická jednotka	86394
Rozvody vzduchotechniky	15216
Sádkartonové podhledy	216000
Montážní práce	170231
Celkem	299286171

5.3.2 Provozní náklady

U Bioplynové stanice se náklady na servis a údržbu pohybují v řádech desítek tisíc korun za rok. Jedná se především o opravy mechanických částí, které podléhají

opotřebení. Tyto náklady ovšem nejsem vzhledem k jejich pohyblivosti schopna určit, proto tuto položku nezapočítám.

Full servis kogenerační jednotky s předplacením generálních oprav vyjde přibližně na 3954 Kč.

U předchozí varianty v kapitole 4.3.2 jsou již popsány náklady na servis tepelného čerpadla, které jsou 590 Kč, a na revize komínů činící 1200 Kč.

Pravidelné preventivní prohlídky vzduchotechnické jednotky se doporučují přibližně dvakrát za rok a vyjdou cca na 500 Kč. Doporučená doba výměny filtrů je 2 – 3 měsíce a jeden filtr stojí 360 Kč za kus. Ročně tedy jednotka spotřebuje cca 8 filtrů celkem za 2880 Kč.

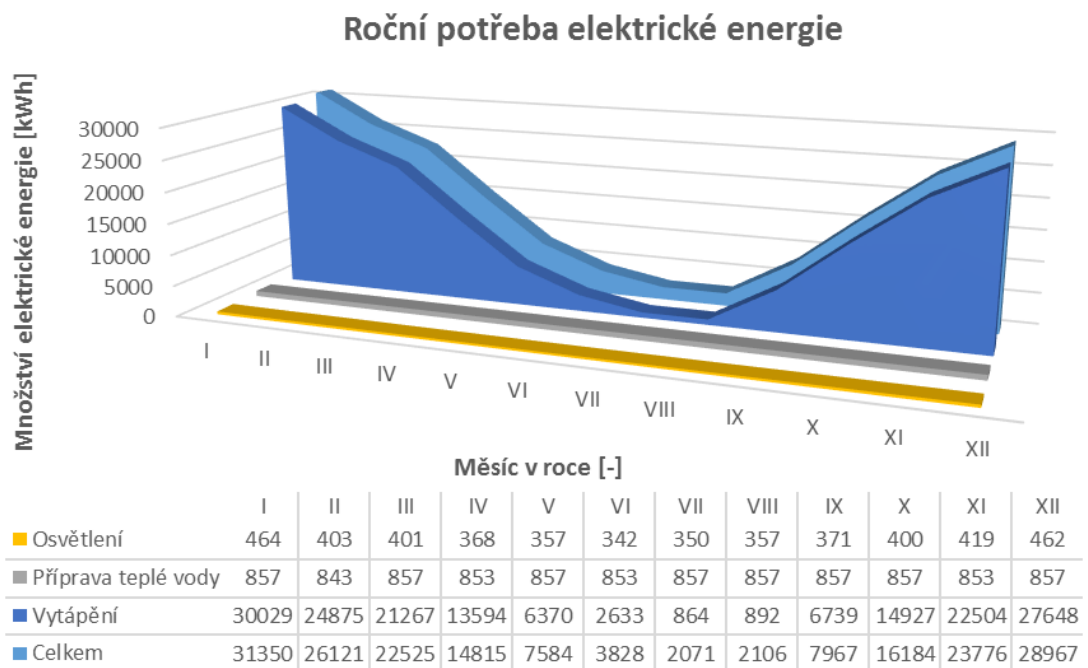
Celkem tedy činí provozní náklady druhé varianty 9124 Kč.

6 Varianta 3: Fotovoltaika, kotel na pelety, přirozené větrání

6.1 Technické řešení

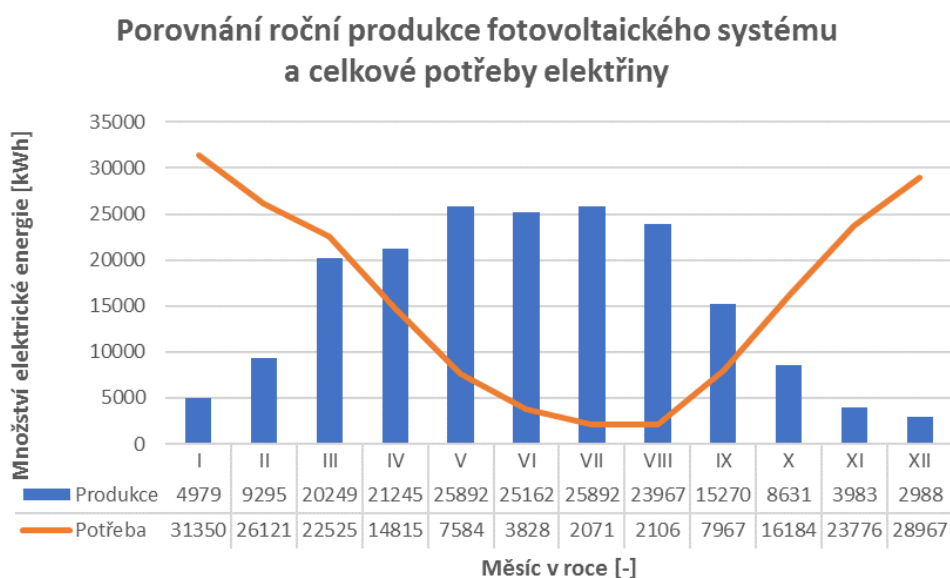
6.1.1 Zdroj elektrické energie

Zdroj elektřiny pro třetí variantu je stejný jako pro variantu číslo jedna. Klady a zápory použitého systému tedy viz kapitola 4.1.1. Roční energetická bilance zobrazená v následujícím grafu se ovšem od první varianty liší vzhledem k odlišným zdrojům tepla a jinému typu větrání. Celková roční potřeba elektřiny je tedy 187294 kWh.



Obr. 12: Graf energetické bilance budovy

Aby fotovoltaický systém vyprodukoval během roku potřebné množství energie, musí být pokryto celkem 1160 m² střech. Poté je celková roční produkce fotovoltaiky s natočením cca 15° od jihu a sklonem 45° 187550 kWh.



Obr. 13: Graf energetické bilance fotovoltaiky

6.1.2 Vytápění

Jako zdroj tepla jsem pro poslední variantu vybrala plně automatický kotel na pelety. Do kotle je zabudován hořák na pelety, který si automaticky s pomocí šnekového dopravníku postupně odebírá pelety ze zásobníku podle aktuální potřeby tepla. Kotel je vybaven systémem automatického odpopelnění pro velice komfortní vytápění s nutností minimální obsluhy stroje.

Pelety se vyrábějí z jemných pilin na speciálních lisech a před lisování se musí dostatečně vysušit v sušárně, která je součástí linky. Cena linky je několik miliónů korun a produkce dřevního odpadu z lesů patřících ke statku by sotva pokryla roční potřebu pelet. Proto bych v první řadě uvedla jako nevýhodu tohoto systému nutnou pravidelnou dodávku pelet a nemožnost jejich výroby na statku. Mezi negativa se řadí i potřeba větší technické místnosti a skladového prostoru na pelety, což ale v případě řešení vily není problém, suterénní prostory jsou dostatečně velké. Dalším negativem je nutnost manipulace s palivem a popelem, ač minimální, přesto potřebná.

Dřevěné pelety mají výhřevnost cca 19 MJ/kg, což odpovídá 5 kWh/kg. Pro pokrytí roční potřeby tepla na vytápění a ohřev TUV řešeného objektu je tedy spotřeba pelet zhruba 26 t ročně.

Jako zásobník TUV jsem využila akumulární nádrž s vnitřním bojlerem, která je s navrženým kotlem na pelety plně kompatibilní.

Otopná soustava je shodná s variantou číslo jedna, viz kapitola 4.1.2.

6.1.3 Větrání

Přirozené větrání, které jsem zvolila pro tuto variantu, funguje na základě infiltrace a činnosti člověka.

Hlavním negativem přirozeného větrání je fakt, že vzhledem k těsnosti nových oken není dostatek infiltrace zaručen a bez zapojení obyvatel domu nebude zajištěna potřebná výměna vzduchu v místnostech. Následuje proto riziko únavy osob při nedostatku kyslíku a riziko růstu plísní, kvůli zvýšené vlhkosti uvnitř domu. Moderní technologie kování rámců oken ovšem umožňují mít okno zavřené, ale neutěsněné. Se vzduchem se do místnosti bohužel šíří i hluk z exteriéru a klesají tak zvukově-izolační parametry okna.

Pozitivem této varianty je nulová potřeba jakýchkoliv větracích zařízení a jejich rozvodů.

6.2 Dopad na životní prostředí

Výpočet množství emisí znečišťujících látek proběhl podle vyhlášky 480/2012 Sb. Vypočtené hodnoty jsou zaznamenány v následujících tabulkách. [3]

Tab. 11: Varianta 3 – množství emisí znečišťujících látek pro elektřinu

Elektřina				
Parametr	[kg/MWh]		[kg/rok]	
NH ₃	0	Potřeba elektřiny [MWh/rok]	0	
VOC	0,00249		187,294	0,466362
CO	0,08621		16,14662	
NO _x	0,56764		106,3156	
SO ₂	0,84124		157,5592	
TZL	0,03680		6,892419	
PM _{2,5}	0,02208		4,135452	
CO ₂ [kg/GJ]	281		189466,6	

Tab. 12: Varianta 3 – množství emisí znečišťujících látek pro pelety

Pelety				
Parametr	[kg/t]		[kg/rok]	
TZL	0,264	Množství spotřebovaných pelet [t/rok]	6,864	
PM ₁₀	0,263472		26,0	6,850272
PM _{2,5}	0,260832		6,781632	
SO ₂	0,16		4,16	
NO _x	1,49		38,74	
CO	-		-	
VOC	-		-	
TOC	0,355		9,23	
CO ₂ [kg/GJ]	0		0	

Tab. 13: Varianta 3 – množství emisí znečišťujících látek pro kusové dřevo

Kusové dřevo			
Parametr	[kg/t]		[kg/rok]
TZL	7,22	Množství spotřebovaného dřeva [t/rok]	42,598
PM ₁₀	7,20556		42,5128
PM _{2,5}	7,13336		42,08682
SO ₂	0,16		0,944
NO _x	0,678		4,0002
CO	-		-
VOC	-		-
TOC	30,5		179,95
CO ₂ [kg/GJ]	0		0

6.3 Investiční a provozní náklady

6.3.1 Investiční náklady

Ve třetí variantě je stejně jako v první nejdražší systém fotovoltaiky, ovšem cena této položky je mnohonásobně vyšší než ve variantě jedna, vzhledem k vyšší roční potřebě elektrické energie, a tudíž potřeby pokrytí fotovoltaickými panely více čtverečních metrů střeš. Na druhou stranu kotel na pelety vyjde oproti tepelnému čerpadlu výrazně levněji a díky volbě přirozeného větrání zcela odpadají náklady na vzduchotechniku.

Celkové investiční náklady jsou tedy pro tuto variantu cca 1944506280 Kč. Hrubý odhad pořizovacích nákladů jednotlivých položek technických systémů je shrnut v následující tabulce.

Tab. 14: Varianta 3 – investiční náklady [7] [16]

Investiční náklady	
Druh investice	Cena [Kč]
Fotovoltaický systém	6649500
Lithium-iontové baterie	1937351054
Kotel na pelety	82800
Hořák	58900
Šnekový dopravník	20400
Nádrž na pelety	8900
Odpelňovací zařízení	15900
Přídavný popelník	5400
Kombinovaný akumulční zásobník	37006
Otopná soustava	266420
Montážní práce	10000
Celkem	1944506280

6.3.2 Provozní náklady

Mezi provozní náklady této varianty spadá pouze již v první variantě (kapitola 4.3.2) uvedená revize komínů, která činí 1200 Kč a kontrola kotle, která je dle zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Povinná a musí být provedena odborně způsobilou osobou proškolenou výrobcem. Tato kontrola se musí provádět jednou za dva roky a stojí cca 800 Kč. [17]

Celkové provozní náklady třetí varianty jsou tedy 1600 Kč.

7 Výběr nejvhodnější varianty

Během výběru jsem nejprve porovnávala jednotlivé řešené kategorie, kdy jsem udělila každé z variant číslo od jedné do tří, kde číslo tři vyjadřovalo nejvhodnější z variant, číslo dvě zlatou střední cestu a číslo jedna nejméně vhodnou variantu. Poté jsem sečetla všechny body a vyhodnotila varianty jako celek.

7.1 Zhodnocení jednotlivých kapitol

7.1.1 Technické řešení

7.1.1.1 Zdroj elektrické energie a vytápění

Řekla bych, že v tomto boji vyhrála soubor o první místo varianta číslo jedna (fotovoltaika, tepelné čerpadlo), protože varianta číslo dvě (bioplyn, kogenerace) je vzhledem k nedostatečné produkci paliva pro kogenerační jednotku doplněna o další zdroje, a tak zbytečně překombinována. Proto bych tuto variantu posunula na poslední místo.

Se dvěma body zůstala varianta číslo tři (fotovoltaika a kotel na pelety), protože vyžaduje obsluhu stroje, dovoz paliva a zaplnění většiny suterénních prostor, které by mohly být využity jako sklad dřeva pro pec a krb, skladem pelet. Kotel také potřebuje mnohem více elektřiny než tepelné čerpadlo a s tím souvisí potřeba více fotovoltaických panelů.

7.1.1.2 Větrání

Jeden bod bych udělila variantě číslo tři (přirozené větrání), protože okolní prostředí statku je velice prašné a s otvíráním oken nebo i pouhou infiltrací, by se do budovy dostávalo zbytečně mnoho nečistot.

Rozdíl mezi první (lokální vzduchotechnika) a druhou (centrální vzduchotechnika) variantou není moc velký, ale přesto bych vybrala spíše variantu 1. Ta je výhodnější za prvé kvůli rozdělení domu a možnosti větrat každou místnost jinak a za druhé využívá regeneračního výměníku, a tak recykluje i vlhkost.

7.1.2 Dopad na životní prostředí

Tady nezbyvá než porovnat čísla. Nejlépe vyšla varianta číslo dvě, pak v závěsu za ní číslo jedna a o velký skok na posledním místě trojka.

Tab. 15: Porovnání všech variant dopadu na ŽP

[kg/rok]	Varianta 1		Varianta 2			Varianta 3		
Parametr	Elektřina	Kusové dřevo	Elektřina	Bioplyn	Kusové dřevo	Elektřina	Pelety	Kusové dřevo
TZL	3,02386	39,71	1,274274	0,4707	38,266	6,892419	6,864	42,598
PM ₁₀	-	39,63058	-	-	38,189468	-	6,8503	42,512804
PM _{2,5}	1,81431	39,23348	0,764564	-	37,806808	4,135452	6,7816	42,086824
SO ₂	69,1247	0,88	29,12962	-	0,848	157,5592	4,16	0,944
NO _x	46,643	3,729	19,65567	564,84	3,5934	106,3156	38,74	4,0002
CO	7,08388	-	2,985194	141,21	-	16,14662	-	-
VOC	0,2046	-	0,086221	282,42	-	0,466362	-	-
TOC	-	167,75	-	-	161,65	-	9,23	179,95
CO ₂ [kg/GJ]	83123,2	0	35028,67	0	0	189466,6	0	0

7.1.3 Investiční a provozní náklady

7.1.3.1 Investiční náklady

Pokud bych lpěla na zachování ostrovního systému, pak by se nejhodněji jevila varianta číslo dvě (kogenerace), ovšem vezmu-li v potaz, že objekt je v současné době již napojen na veřejnou rozvodnou elektrickou síť, pak by byla škoda přípojku nevyužít pro nekonečnou možnost akumulace fotovoltaického systému ve všech třech variantách, a tím vyřazení nákladů za baterie, které by vzhledem k jejich množství a velikosti stejně nebylo možné na statku uschovat. Například ve variantě číslo tři by baterie uložené vedle sebe na sraz zabrali plochu 2879 m². Nehledě na to, že se kvůli těmto bateriím investiční náklady pohybují až v astronomických částkách.

Proto jsem zvolila možnost ustoupení od profilu zcela ostrovního provozu elektrické energie a zanechala objekt napojen na elektrickou rozvodnou síť, kterou bude fotovoltaický systém používat jako zásobník pro ukládání nespotřebovaných přebytků a v měsících, kdy slunce tolik nesvítí se ony přebytky z rozvodné sítě zase vyberou.

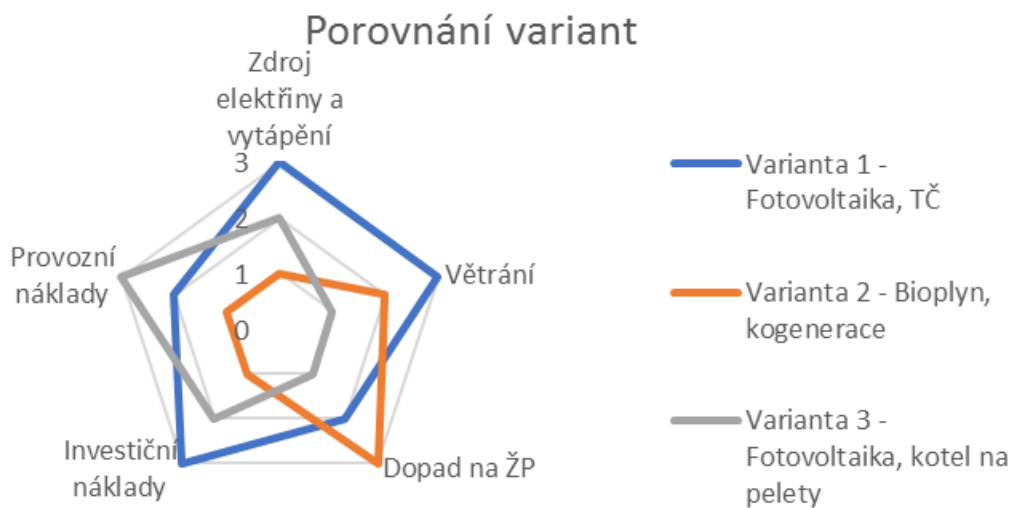
Pak je na prvním místě varianta číslo jedna, na druhém je varianta číslo tři a na posledním místě varianta číslo dvě.

7.1.3.2 Provozní náklady

Tady vychází nejlépe třetí varianta a nejhůře druhá.

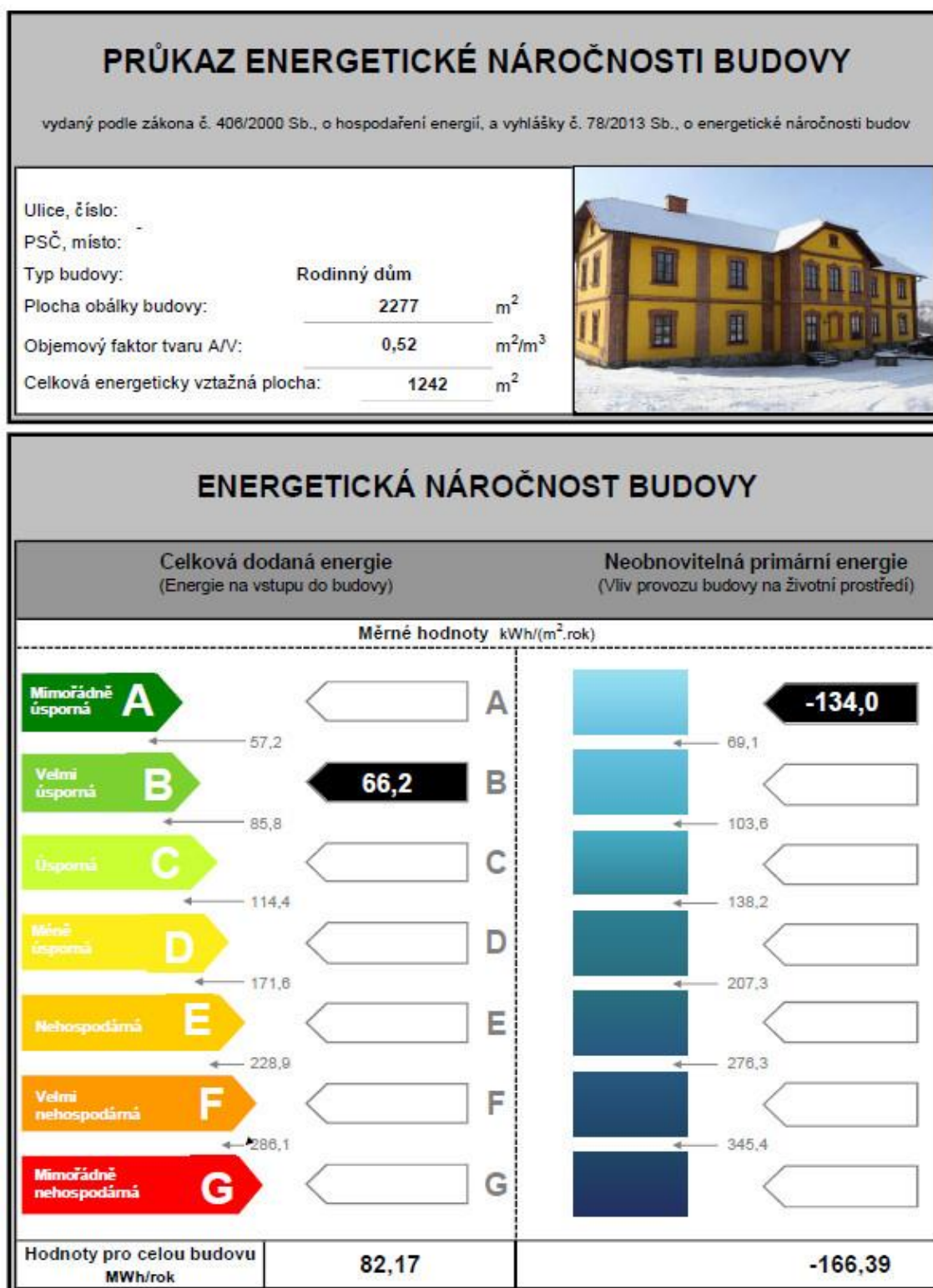
7.2 Konečný verdikt

Na následujícím grafu vidíme, že nejlépe rozložená ve všech kategoriích je varianta číslo jedna, tedy fotovoltaika, tepelné čerpadlo a lokální vzduchotechnika, a proto je i vybrána pro zpracování projektové dokumentace vytápění a větrání.



Obr. 14: Graf celkového porovnání všech variant

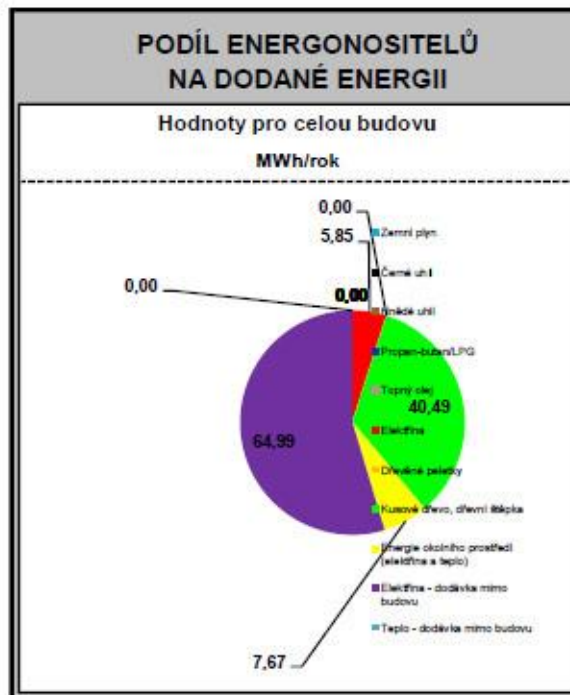
7.2.1 Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy pro vybranou variantu



DOPORUČENÁ OPATŘENÍ	
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu ma energetickou náročnost je znázorněn šipkou

Doporučení



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	$U_{em} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Dílčí dodaná energie			Měrné hodnoty $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$		
Množiční úroveň A B C D E F G Množiční nehořpodoba							
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0,92							
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Hodnoty pro celou budovu							
MWh/rok		66,5	0,0	0,8	0,0	10,2	4,7

Zpracovatel:	nevyplněno	Osvědčení č.:	nevyplněno
Kontakt:	nevyplněno	Vyhotoveno dne:	nevyplněno
		Podpis:	

8 Závěr

Energeticky soběstačný dům s komfortem běžné výstavby je sice v dnešním světě možné pomocí moderních technologií zrealizovat, ovšem ukázalo se, že řešení pro takto starou vilu se zachováním historického dekóru, a tudíž nutnosti pokrytí obrovských tepelných ztrát budovy, by bylo nesmírně nákladnou investicí.

Proto je potřeba ustoupit buď od historie, nebo od podstaty ostrovního provozu. Zvolila jsem tedy raději podstatu ostrovního provozu, protože ten kousek historie mi přijde škoda nezachovat pro budoucí generace a k takovému venkovskému rodinnému statku se prostě moderní vizáž nehodí.

9 Seznam použitých zdrojů

- [1] K. Srdečný, Energeticky soběstačný dům - realita či fikce?, Brno: ERA group spol. s.r.o., 2006.
- [2] „Hodnocení energetické náročnosti budov - ENB,“ [Online]. Available: <http://nkn.fsv.cvut.cz>.
- [3] *Vyhláška č. 480/2012 Sb.*
- [4] „G-TERM,“ [Online]. Available: <http://g-term.hennlich.cz>.
- [5] „Vodovrty,“ [Online]. Available: <https://www.vodovrty.cz>.
- [6] „Lunos energy-efficient,“ [Online]. Available: <http://www.lunos.de>.
- [7] „Česká solární,“ [Online]. Available: <http://www.ceska-solarni.cz>.
- [8] „ČZU,“ [Online]. Available: https://katedry.czu.cz/storage/3375_kejda.pdf.
- [9] „Asio,“ [Online]. Available: <http://www.asio.cz>.
- [10] „Biom.cz,“ [Online]. Available: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyteznost-bioplynu-z-jednotlivych-materialu>.
- [11] „Enviton,“ [Online]. Available: <http://www.bioplynovestanice.cz>.
- [12] „Vaillant,“ [Online]. Available: <https://www.vaillant.cz>.
- [13] *Viadrus*, <http://www.viadrus.cz/>.
- [14] „Kalkulačka energie,“ [Online]. Available: <http://kalkulackaenergie.com/podlahove-topeni-a-cena-za-m2>.
- [15] „Atrea,“ [Online]. Available: <http://www.atrea.cz>.
- [16] „Atmos,“ [Online]. Available: <http://www.atmos.eu/>.
- [17] „Ministerstvo životního prostředí,“ [Online]. Available: <http://www.mzp.cz>.
- [18] D. Petráš a kolektiv, Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie, Bratislava: Jaga group, s.r.o., 2008.
- [19] „Jádrové vrty,“ [Online]. Available: <http://www.jadrove-vrty.cz>.
- [20] *TNI 730331 Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet.*
- [21] „Ceníky řemesel,“ [Online]. Available: <http://www.cenikyremesel.cz/>.
- [22] „Tzb info,“ [Online]. Available: <http://www.tzb-info.cz/>.