

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

Katedra elektroenergetiky



Aplikace ostrovního provozu na stávající objekt

Bakalářská práce

BACHELOR'S THESIS

Jaroslav Kalus

Vedoucí bakalářské práce: Müller Zdeněk Ing., Ph.D.

Obor: Aplikovaná elektrotechnika

2014

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra elektroenergetiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Jaroslav Kalus**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Obor: Aplikovaná elektrotechnika

Název tématu: **Aplikace ostrovního provozu na stávající objekt**

Pokyny pro vypracování:

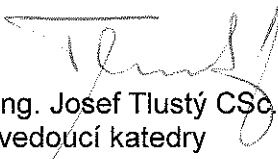
1. Zhodnoťte energetickou bilanci vybraného objektu.
2. Vyhodnoťte potenciál obnovitelných zdrojů elektrické energie (v obecné rovině i pro vybraný objekt)
3. Navrhněte vhodnou konfiguraci obnovitelných zdrojů a souvisejících technologií pro vybraný objekt.
4. Proveďte ekonomické zhodnocení navrženého řešení čistě ostrovního provozu a kombinace s napájením z distribuční soustavy.

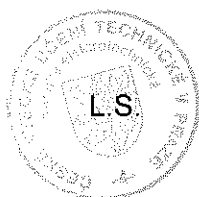
Seznam odborné literatury:

- [1] Obnovitelné zdroje energie, FCC Public ISBN 80-901985-8-9, 2001.
- [2] Obnovitelné zdroje energie 1, ISBN 978-80-969777-0-3, Bratislava 2007.
- [3] Masný a kol.: Obnovitelné zdroje elektrické energie. Praha, 2011.

Vedoucí: Ing. Zdeněk Müller, Ph.D.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2014/2015


prof. Ing. Josef Tlustý CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 18. 2. 2014

Abstrakt

Tato práce se zabývá aplikací obnovitelných zdrojů elektrické energie a doplňkových zdrojů elektrické energie pro stabilní udržení funkce vybraného objektu v ostrovním provozu. Zejména se jedná o aplikaci uvedených zdrojů pro rodinné domy.

Cílem této práce je popsat běžně využitelné obnovitelné zdroje elektrické energie a jejich aplikaci pro zajištění optimálního výkonu k stávajícímu objektu, dále zhodnotit využitelnost zdrojů pro vykrytí spotřebitelského diagramu a samotné dimenzování zdrojů a akumulace pro ostrovní provoz. Využitelnost zdrojů vychází z naměřených hodnot již na realizovaných objektech. Při měření byl využit energetický program Xenergie, kde byla data zapisována z průběhového měření, a samotné vyhodnocení bylo provedeno pomocí programu Office Excel.

Klíčová slova

energetická bilance, spotřebitelský diagram, diagram dodávky, obnovitelný zdroj elektrické energie, doplňkový zdroj elektrické energie, instalovaný výkon, spotřeba

Abstract

This paper deals with the application of renewable electricity and other sources of power for the stable operation of a closed system, in particular in the case of a family house. The aim of this paper is to describe the standardly used renewable sources and methods for their optimal usage for the specific property. Further the paper evaluates the source for covering the household's electricity diagram including the size of the renewable source as well as storage capacity. The availability of the source is calculated on the basis of data from actual properties. The calculation of data was carried out in the energy programme Xenergie, while the evaluation of the data was done in Microsoft Office Excel.

Keywords

energy balance, consumer diagram, supply, renewable source of electricity, an additional source of electrical energy, installed capacity, consumption

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze 22.5.2014



.....

Jaroslav Kalus

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Zdeňkovi Müllerovi za časovou flexibilitu a rady při vypracovávání práce.

Obsah

1.1	CÍLE PRÁCE	1
1.2	ZAMĚŘENÍ PRÁCE.....	1
2.1	SOLÁRNÍ ELEKTRÁRNA	2
2.1.1	<i>Výpis vlastností</i>	2
2.1.2	<i>Schéma zapojení</i>	3
2.1.3	<i>Rizika provozu</i>	4
2.1.4	<i>Cena modulů</i>	4
2.2	VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA	5
2.2.1	<i>Výpis vlastností</i>	5
2.2.2	<i>Schéma zapojení</i>	6
2.2.3	<i>Rizika provozu</i>	6
2.2.4	<i>Cena modulů</i>	7
2.3	ELEKTROCENTRÁLA.....	7
2.3.1	<i>Výpis vlastností</i>	7
2.3.2	<i>Schéma zapojení</i>	8
2.3.3	<i>Rizika provozu</i>	9
2.3.4	<i>Cena modulů</i>	9
2.4	AKUMULÁTOR	9
2.4.1	<i>Výpis vlastností</i>	9
2.4.2	<i>Rizika provozu</i>	10
2.4.3	<i>Cena modulů</i>	10
2.5	MĚNIČ NAPĚTÍ	10
2.5.1	<i>Výpis vlastností</i>	10
2.5.2	<i>Cena modulů</i>	10
2.6	REGULÁTOR.....	11
2.6.1	<i>Výpis vlastností</i>	11
2.6.2	<i>Cena modulů</i>	11
3.1	METODIKA TDD	12
3.2	HODINOVÝ DIAGRAM MAXIMÁLNÍHO ZATÍŽENÍ	12
3.3	HODINOVÝ DIAGRAM VYPOČÍTANÝ DLE METODIKY TDD	13
4	DIMENZOVÁNÍ ZDROJŮ A DALŠÍCH KOMPONENT	15
4.1	AKUMULACE.....	15
4.1.1	<i>Dimenzování akumulace</i>	15
4.2	SOLÁRNÍ ZDROJ ELEKTRICKÉ ENERGIE	16
4.2.1	<i>Výpočet předpokládaného výkonu</i>	16
4.2.2	<i>Rozložení výkonu v průběhu roku</i>	17
4.2.3	<i>Porovnání spotřeby a výroby</i>	17
4.3	VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA JAKO ZDROJ ELEKTRICKÉ ENERGIE.....	19
4.4	VÝPOČET PŘEDPOKLÁDANÉHO VÝKONU	19

4.4.1	<i>Porovnání spotřeby a výroby</i>	20
4.5	ELEKTROCENTRÁLA.....	21
4.5.1	<i>Provoz elektrocentrály</i>	21
4.6	MĚNIČ	22
4.6.1	<i>Dimenzování měniče</i>	22
4.7	REGULÁTOR.....	22
4.7.1	<i>Dimenzování regulátoru</i>	22
5	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	23
5.1	NAVRŽENÉ SYSTÉMY	23
5.1.1	<i>Stávající náklady</i>	23
5.1.2	<i>Kombinace FVE, VTE a elektrocentrály</i>	24
5.1.2.1	Počáteční investice.....	25
5.1.2.2	Provozní nákladů	25
5.1.3	<i>Kombinace FVE a elektrocentrály</i>	25
5.1.3.1	Počáteční investice.....	26
5.1.3.2	Provozní náklady	26
5.1.4	<i>Využití elektrocentrály se zálohováním</i>	26
5.1.4.1	Počáteční investice.....	27
5.1.4.2	Provozní náklady	27
5.2	POROVNÁNÍ SYSTÉMŮ	27
6	ZÁVĚR	29

Seznam obrázků

1. ZÁVISLOST SKLONU PANELŮ VŮČI SLUNCI[13]	3
2. SCHÉMA ZAPOJENÍ SOLÁRNÍCH PANELŮ PRO OSTROVNÍ PROVOZ[8]	4
3. TYPY ROTORŮ	5
4. SCHÉMA ZAPOJENÍ VTE PRO OSTROVNÍ PROVOZ	6
5. SCHÉMA ZAPOJENÍ SYSTÉMU ELEKTROCENTRÁLOU	8
6. GRAF ROZLOŽENÍ MAXIMÁLNÍ DENNÍ SPOTŘEBY	13
7. ROČNÍ ODBĚROVÝ DIAGRAM MÍSTA SPOTŘEBY	14
8. GRAF ROZLOŽENÍ BĚŽNÉ DENNÍ SPOTŘEBY	14
9. MAPA DOPADENÉHO VÝKONU V ČESKÉ REPUBLICE	16
10. ROZLOŽENÍ VYROBENÉHO VÝKONU V FVE V ROCE 2013[6,8]	17
11. POROVNÁNÍ VYROBENÉHO SPOTŘEBOVANÉHO VÝKONU	18
12. MAPA PRŮMĚRNÉ RYCHLOSTI VĚTRU VE VÝŠCE 40M V ČESKÉ REPUBLICE	19
13. VÝKONOVÁ CHARAKTERISTIKA SUNLY 400	20
14. POROVNÁNÍ VYROBENÉHO SPOTŘEBOVANÉHO VÝKONU	21
15. BLOKOVÉ SCHÉMA 1. VARIANTY	25
16. BLOKOVÉ SCHÉMA 2. VARIANTY	26
17. BLOKOVÉ SCHÉMA 3. VARIANTY	27
18. POROVNÁNÍ NÁKLADŮ DEFINOVANÝCH SYSTÉMŮ	28
19. POROVNÁNÍ NÁKLADŮ SPECIFIKOVANÝCH SYSTÉMŮ	29

Seznam použitých symbolů

$P_{[MAX]}$	Maximální požadovaný výkon [kWh]
η	Účinnost [%]
P_{mpp}	Maximální výkon v jednotce [Wp]
A_c	Plocha článku [m^2]
$\mu_{n,t}^h$	Koeficient normalizovaného typového diagramu pro hodinu h a třídu t
$g_{h,m}$	Teplotní koeficient příslušné sítě a teplotní oblasti
P_{ht}	Výkon v hodině h
P_{zm}	Ztráty měniče[%]
P_d	Denní spotřeba[kWh]
n_d	Počet dní bez dobíjení.
k_b	Koeficient využitelnosti baterii
C_a	Kapacita baterie [Ah]
S	Použitá plocha střechy [m^2]
P_{instf}	Instalovaný výkon FVE[Wp]
n_p	Počet panelů
P_{dopf}	Průměrný dopadený výkon na FVE [kWh/ m^2]
η_p	Účinnost panelů[%]
I_j	Jmenovitý proud[A]
I_{max}	Maximální Proud[A]
P_{rf}	Předpokládaný roční výkon FVE[kWh]
P_{hf}	Vyroběný výkon ve FVE v hodině h [kWh]
P_{instf}	Instalovaný výkon ve FVE[kWh]
k_h	Přepočtový koeficient v hodině h
P_{jvte}	Instalovaný jmenovitý výkon VTE [W]
v	Průměrná rychlost větru [$m.s^{-1}$]
P_{vtech}	Průměrný výkon dle výkonové charakteristiky[W]
P_{rvte}	Předpokládaný roční výkon VTE[kWh]
P_{hvte}	Vyroběný výkon ve VTE v hodině h [kW]
$P_{instvte}$	Instalovaný výkon ve VTE
k_h	Přepočtový koeficient v hodině h
I_{jp}	Jmenovitý proud panelu[A]
I_j	Jmenovitý proud větve[A]
I_{jVTE}	Jmenovitý proud VTE[A]
n	Počet panelů ve větvi
I_{j12}	Jmenovitý proud větve 12 ks panelů[A]
I_{j11}	Jmenovitý proud větve 11 ks panelů[A]
I_{j8+VTE}	Jmenovitý proud větve 8 ks panelů s VTE[A]

1. Úvod

Myšlenka samostatně fungujícího rodinného domu bez připojení k veřejné distribuční soustavě je snem mnoha majitelů rodinných domů. Při tvorbě autonomního systému je nutné zhodnotit zeměpisnou polohu a možnosti získání požadovaného výkonu.

1.1 Cíle práce

1. Definování a popis dostupných zdrojů elektrické energie pro komerční využití.

Obsahuje rozdělení a obecný popis obnovitelných zdrojů energie, které mohou být běžně využity pro instalace na rodinné domy.

2. Výpočet vlastní spotřeby objektu a výpočet maximálního možného odběru.

Posouzení vlastní spotřeby se zabývá rozložením naměřené spotřeby ve stanoveném časovém období. Dále zahrnuje analýzu maximálního požadovaného výkonu $P_{[MAX]}$. Při zpracovávání dat pro výpočet hodnot bude zachována snaha o co největší přiblížení k reálnému stavu.

3. Volba a výpočet parametrů zvolených obnovitelných zdrojů elektrické energie.

Definování použitých OZE (obnovitelné zdroje elektrické energie) a výpočet jejich parametrů pro práci v ostrovním provozu.

4. Porovnání a energetické bilance objektu se zvolenými parametry zdrojů.

Z předchozích bodů získané parametry použijeme k finálnímu návrhu a zhodnotíme jeho finanční náročnost.

5. Závěrečné ekonomické vyhodnocení navrhovaných systémů

Navrhované systémy porovnáme dle finanční náročnosti na výstavbu systému a jejich následných nákladů na provoz.

1.2 Zaměření práce

Práce se zaměřuje na návrh a ekonomické zhodnocení provozu ostrovního systému při různých variantách složení zdrojů. V současné době je myšlenka energeticky nezávislého rodinného domu snem mnoha lidí, najít ideální kombinaci zdrojů je otázkou lokality objektu. Proto se práce zabývá aplikací na konkrétní existující objekt umístěný ve městské zástavbě.

I přes množství již realizovaných projektů se stále hledá optimální řešení, které by splňovalo podmínky ostrovního provozu. V této práci je navrženo několik systémů a jejich vzájemné porovnání z hlediska nákladů na stavbu a dlouhodobého provozu. Některé typy OZE se běžně v našich klimatických podmínkách nevyskytují, proto je nebudeme pro náš objekt využívat.

2. Dostupné zdroje elektrické energie a ostatní komponenty

Projekt je realizován za použití běžně dostupných zdrojů, které mohou být použity u všech stávajících objektu. Nejedná se tedy pouze o výhradní využití OZE.[7,2]

- Solární elektrárna (FVE)
- Větrná elektrárna (VTE)
- Elektrocentrála (EC)

2.1 Solární elektrárna

V současné době je solární elektrárna nerozšířenějším zdrojem v domovních instalacích. Fotovoltaický jev byl objeven již v roce 1839 francouzským fyzikem Alexandrem Edmondem Becquerelem. V roce 1905 se Albertu Einsteinovi podařilo fotoelektrický jev vysvětlit, za což získal v roce 1921 Nobelovu cenu za fyziku.[11]

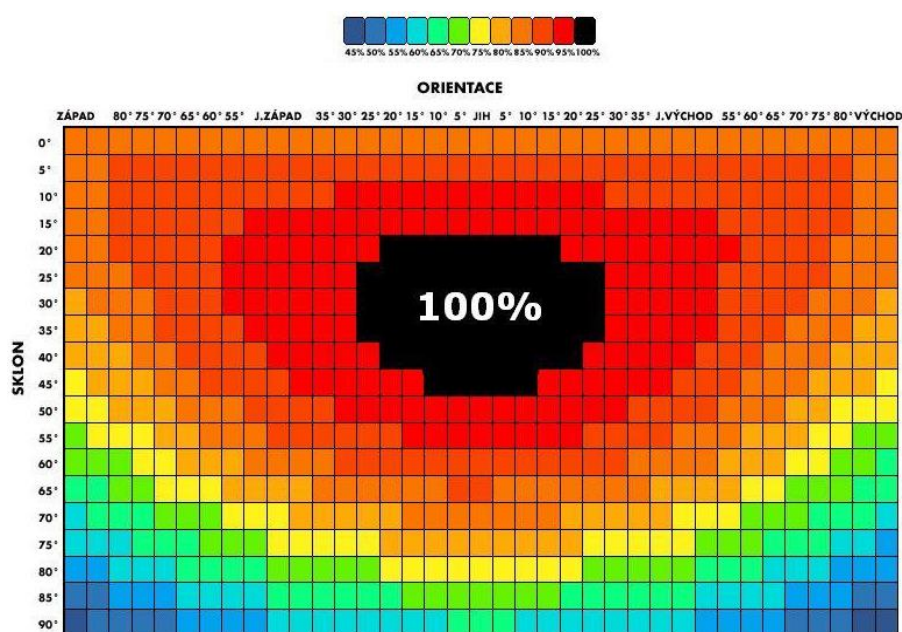
Solární panely dělíme dle použitých struktur: polykrystalické, monokrystalické a amorfní panely. Monokrystalické panely se chlubí nejvyšší účinností (14-15 %), ale ta je velmi ovlivňována správným natočením na slunce. Použití pro pevné instalace v praxi znamená největší zisk v obdobích, kdy je slunečného záření dostatek. Menší účinnost (11-12 %), ale zato větší nezávislost na úhlu osvitů nabízejí polykrystalické panely. Ty nám mohou pomoci naopak v obdobích, kdy je slunečného záření méně. Amorfní panely mají z uvedených typů nejmenší účinnost (6-9 %), ale zároveň jsou nejméně náchylné na úhel osvitů.[8]

2.1.1 Výpis vlastností

Vlastností solárních panelů se liší se dle použité technologie výroby. Ať již porovnáváme monokrystalické nebo polykrystalické, vždy se řídíme těmito základními parametry:

η	Účinnost [%]
P_{mpp}	Maximální výkon v jednotce [Wp] „Wat-peak“
A_c	Plocha článku [m ²]
	Dodavatelí garantovaná tolerance výkonu +/- 3 až 5 % [W]
	Teplotní závislost
	Garantovaný výkon po 10 letech a 25 letech [W]

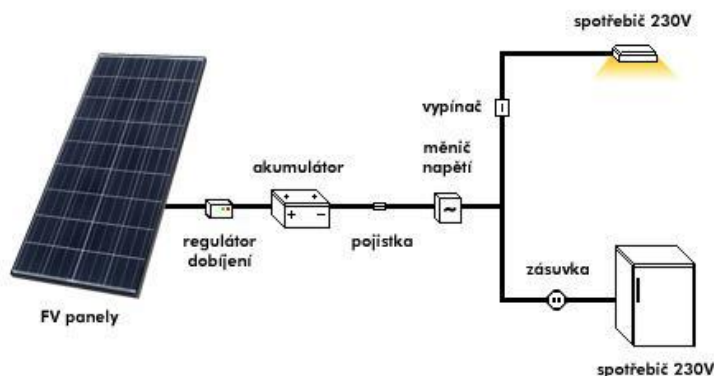
Pro solární panel je důležité správné natočení k zdroji světla. Jakékoliv odklonění znamená snížení vyrobeného výkonu. Závislost odklonění panelu je demonstrována na Obr. 1.[8]



1. Závislost sklonu panelů vůči slunci[13]

2.1.2 Schéma zapojení

Schéma zapojení samotného systému není složité. Napětí vytvořené solárními panely je regulováno na hodnotu potřebnou ke stabilnímu nabíjení akumulátorů. Samotný akumulátor tvoří oddělení mezi zdrojem a spotřebním systémem. V řadě instalací je světelný obvod oddělen a využívá napětí 12V, to v níže uvedeném schématu není zakresleno. Tím lze dosáhnout větší účinnosti systému. V obdobích, kdy je přebytek výkonu, jsou akumulátory chráněny proti přebíjení a přebytečný výkon je odveden k okamžitému spotřebování.



2. Schéma zapojení solárních panelů pro ostrovní provoz[8]

2.1.3 Rizika provozu

Stejně jako u všech obnovitelných zdrojů, i systém obsahující solární panely má své nevýhody. Solární panely jsou závislé na slunečním záření, což vylučuje dodávku v nočních hodinách. Zároveň jsou náchylné na zastínění, které podstatně ovlivňuje vyrobený výkon. To může mít při nevhodné konfiguraci za následek i řadu poruch, které mohou celý systém vyřadit. [8]

Zároveň u těchto systémů narážíme na požární bezpečnost. V případě, že se nepodaří zdroj vyřadit z provozu, není možné, aby byl objekt zachráněn. Nejsou-li panely vyřazeny z provozu, hrozí úraz elektrickým proudem.

2.1.4 Cena modulů

Ceny modulu se různí dle výrobců a kvality. Uvedené hodnoty tedy nejsou konečné ceny, ale průměrné ceny srovnatelných produktů na trhu.

Položka	Cena
Solární panel 100 Wp 12V Monokrystalický	6000,- Kč/ks
Solární panel 100 Wp 12V Polykrystalický	5500,- Kč/ks
Solární panel 40 Wp 12V Amorfni	3500,- Kč/ks
Solární regulátor 12V/30A	1000,- Kč/ks
Sínusový měnič napětí 12-230 V 1 KW	2500,- Kč/ks
UV odolný kabel 6mm	21,- Kč/m
UV odolný konektor	50,- Kč/ks
Profil nosné konstrukce Al 4m	780,- Kč/ks

1. Ceny částí solárního systému

2.2 Větrná elektrárna

Využití větrné energie je nejstarší způsob využívání obnovitelných zdrojů. Používání větrných mlýnů je doloženo již z dob středověké Číny. Dnešní typy větrných elektráren rozdělujeme dle aerodynamického principu motoru na vztlakové a odporové. [1,2,3]

2.2.1 Výpis vlastností

Odporové motory nejsou zdaleka tak rozšířeny, jako motory vztlakové, ale pro svou nezávislost na směru větru mají velký potenciál pro užití v zastavěných oblastech, kde je směr větru nestálý. Tento typ motoru dosahuje účinnosti 15 – 23 %

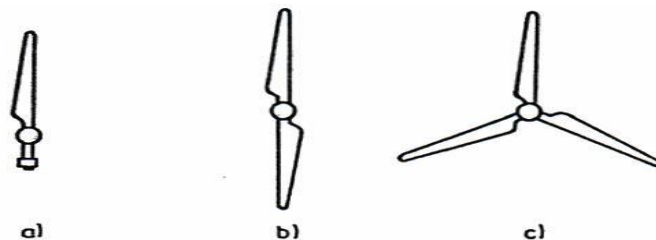
Odporový motor:

- + jednoduchá konstrukce
- + nezávislý na směru větru
- + využití již od $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- malý dosažitelný výkon

Vztlakový motor je dnes nejrozšířenějším typem, a to díky jeho účinnosti, která dosahuje 40 – 45 %. Rovina rotace listů motoru musí být kolmá na směr větru, což s sebou nese problém s přesným nastavením směru motoru, neboť směr větru je nestálý.

Můžeme se setkat s několika typy provedení tohoto motoru. Nejčastěji se vyskytují dvou a třílisté, ale je možné setkat se jednolistým nebo čtyřlístým provedením. Níže uvedeny příklady typů:[1,2,3]

- a) Jednolistý s protizávažím
- b) Dvoulistý
- c) Třílistý



3. Typy rotorů

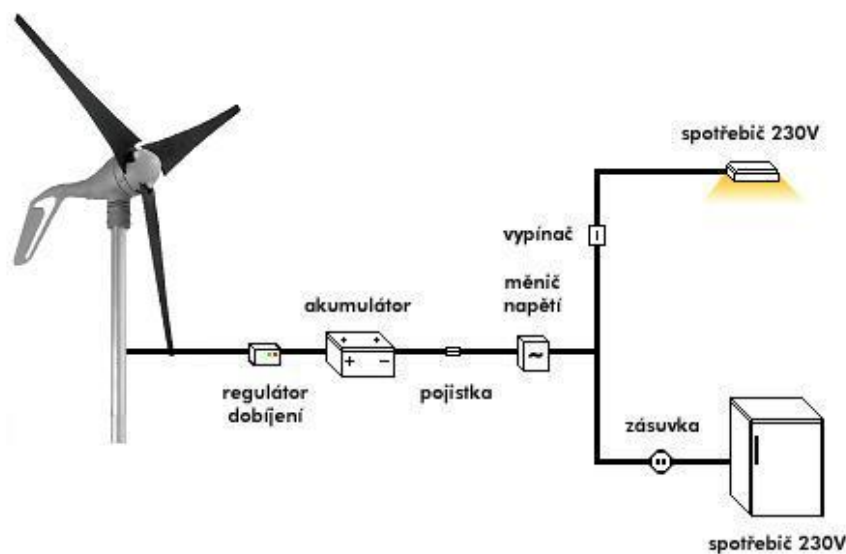
Vztlakový motor:

- + vysoká účinnost
- + nízká hmotnost
- závislost na směru větru
- rozběh při vyšších rychlostech větru cca $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

2.2.2 Schéma zapojení

Schéma zapojení se stejnosměrným motorem je velmi podobné jako u solárního systému. Motor poháněný proudem vzduchu vytváří napětí, které je regulováno regulátorem pro plynulé dobíjení baterii. V případě, že by byl použit motor střídavý, bylo by nutné do systému zařadit ještě usměrňovač. Pro lepší efektivitu systému se i zde používá oddělení silového obvodu od obvodu světelného, který využívá napětí 12V.

[13]



4. Schéma zapojení VTE pro ostrovní provoz

2.2.3 Rizika provozu

Provoz malé větrné elektrárny může být v zastavěné oblasti problémový z hlediska nežádoucích ekologických jevů. Malé větrné elektrárny často po delším provozu začínají vydávat při svém provozu hluk, který je v osídlené oblasti velmi nepříjemný. Zároveň se při montáži musí pečlivě vybrat vhodný prostor, aby byl co nejvíce omezen stroboskopický jev.[1,2]

2.2.4 Cena modulů

Cena jednotlivých částí dílů se odvíjí od instalovaného výkonu motoru. S výkonem roste cena a váha, což jde ruku v ruce s vyšší cenou konstrukce a ukotvení. Uvedené hodnoty tedy nejsou konečné ceny, ale průměrné ceny srovnatelných produktů na trhu.

Položka	Cena
Malá větrná elektrárna 400 W	15000,- Kč/ks
Malá větrná elektrárna 600 W	23000,- Kč/ks
Malá větrná elektrárna 1500 W	32500,- Kč/ks
Regulátor 12V/40A	3000,- Kč/ks
Sínusový měnič napětí 12-230 V 1 KW	2500,- Kč/ks
UV odolný kabel 6mm	21,- Kč/m
UV odolný konektor	50,- Kč/ks

2. Seznam komponent systému pro VTE

2.3 Elektrocentrála

Elektrocentrála neboli, benzínový/diesellový agregát má pro výrobu elektrické energie již dlouholetou tradici. Je jako nouzový zdroj hojně využíván složkami integrovaného záchranného systému, armádou, stejně tak i na stavbách v místech, kde není možné zřídit staveništní připojení. Vzhledem k tomu, že se jedná o systém poháněný spalovacím motorem, je tento zdroj elektrické energie velice stabilní. [14]

2.3.1 Výpis vlastností

Z hlediska ostrovního provozu je pro svou stabilitu a spolehlivost elektrocentrála nejlepší volbou elektrocentrála, ale v případě domovní instalace s sebou přináší spoustu technických problémů. Její provoz je spojen s velkou hlučností, neustálým doplňováním pohonných hmot, pravidelnou servisní kontrolou a nutností odvedení výfukových plynů. To ve většině již realizovaných stavebních projektů znamená nové náklady na stavební úpravy. Důležité vlastnosti pro výběr elektrocentrály pracující v ostrovním provozu jsou například AVR (automatické vyrovnávání výstupního napětí) nebo automatický start.

Elektrocentrály dělíme dle potřebných pohonných hmot na: [14]

- Benzínové
- Diesellové
- Plynové/LPG
- Olejové

Benzínová elektrocentrála

Benzínová elektrocentrála je určena pro krátkodobé napájení menších jednofázových spotřebičů a záložních zdrojů jako např. rodinných domů (pouze nejdůležitějších zařízení). Svými parametry splňuje kritéria pro univerzální využití.

Diesellová elektrocentrála

Tyto elektrocentrály se vyznačují vysokým výkonem a jsou stavěny pro dlouhodobý provoz např. pro celodenní práci na stavbách s napájením několika jednofázových nebo třífázových spotřebičů. Tyto elektrocentrály jsou vzhledem ke svým výkonům rovněž použitelné jako záložní zdroje, a to nejen rodinných domů.

Plynová/LPG elektrocentrála

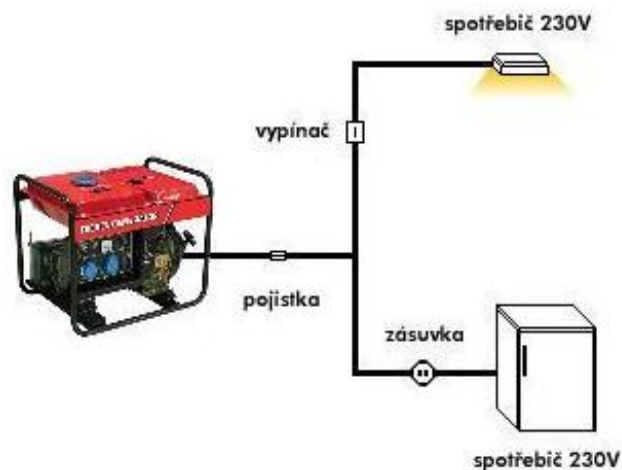
Jedná se výkonnostně o podobný model jako benzínová elektrocentrála s tím, že se jedná o daleko ekologičtější provoz.

Olejová elektrocentrála

Jedná se o speciální elektrocentrály určené primárně do průmyslu, kde slouží jako záložní zdroj při výpadku energie nebo napájejí celé menší stavby.

2.3.2 Schéma zapojení

Samotná elektrocentrála je vybavena střídačem, není potřeba do obvodu přidávat další elektronické prvky. Konstrukce samotných elektrocentrál již podporuje práci v ostrovním režimu.



5. Schéma zapojení systému elektrocentrálou

2.3.3 Rizika provozu

Není-li v systému instalována akumulace, je systém v případě poruchy centrály úplně vyřazen z provozu. Vzhledem k tomu, že se jedná o zdroj obsahující spalovací motor a tedy i pohonné hmoty, musí být pro objekt obsahující tento typ zdroje dodrženy požární předpisy.

2.3.4 Cena modulů

Cena elektrocentrál se odvíjí od instalovaného výkonu motoru. Uvedené hodnoty tedy nejsou konečné ceny, ale průměrné ceny srovnatelných produktů na trhu.

Položka	Cena
Benzínová elektrocentrála 5,5 kW	23 500,- Kč/ks
Dieselová elektrocentrála 5 kW	29 900,- Kč/ks
Plynová/LPG elektrocentrála 4,8 kW	24 500,- Kč/ks
Olejová elektrocentrála 9,6 kW	115 000,- Kč/ks

3. Ceny různých druhů elektrocentrál

2.4 Akumulátor

Vedle zdrojů je nedílnou součástí akumulátor, který absorbuje vyrobenou elektrickou energii pro použití, kdy nebudou obnovitelné zdroje vyrábět dostatek elektrické energie. Stejně jako ostatní elektronické součásti má různé parametry od velikosti napětí, kapacity po rozměry a použití materiálů při výrobě. Pro náš systém jsou zvoleny olověné 12V akumulátory. Základní rozdělení akumulátorů pro autonomní systémy je na: [6]

- 1) Startovací akumulátor - nevhodný pro autonomní systémy
- 2) Akumulátor se zaplavenými elektrodami- vhodný pro autonomní systémy
- 3) Gelový trakční akumulátor - vhodný pro autonomní systémy

2.4.1 Výpis vlastností

Při volbě akumulátorů musíme zohlednit energetickou náročnost budovy. Vybíjecí proud musí být minimálně roven maximálnímu možnému požadovanému proudu, aby bylo možné zaručit bezproblémový provoz. Vzhledem k tomu, že se jedná o autonomní systém nikoliv hybridní, musíme zabezpečit, aby měly akumulátory náhradní zdroj energie v případech, že by docházelo k jejich vybití pod minimální přípustnou hodnotu. Minimální hodnota je vždy uvedena na daném akumulátoru, obecně při výpočtech

používáme 20 % kapacity.[3] Nabití a vybití baterie nazýváme cyklem, který ovlivňuje životnost baterie. Výrobce vždy uvádí předpokládanou životnost v cyklech.

2.4.2 Rizika provozu

V případě volby trakčního akumulátoru se zaplavenými elektrodami musíme provádět údržbu doplňováním destilované vody. V případě opomenutí by rapidně klesla životnost baterii. Dalším důležitým kritériem je cyklování baterie. Proto je vhodné využít kvalitní a správně nastavený regulátor, nebo systém řízený počítačovým programem. [3]

Akumulátory díky svému složení se řadí mezi nebezpečný odpad, proto v případě obměny akumulátorů je nutná ekologická likvidace.

2.4.3 Cena modulů

Ceny akumulátorů z velké části určuje jejich kapacita a jejich provedení. Uvedené hodnoty tedy nejsou konečné ceny, ale průměrné ceny srovnatelných produktů na trhu.

Položka	Cena
Autobaterie 65Ah, 12V	1400,- Kč/ks
Baterie se zatopenými elektrodami 65 Ah, 12V	2000,- Kč/ks
Gelová baterie 65 Ah, 12V	3300,- Kč/ks

4. Ceny různých druhů akumulátorů

2.5 Měníč napětí

Měníč napětí poskytuje v systému využívajícím stejnosměrné napětí 12V možnost práce spotřebičů, které požadují střídavé napětí 230V. Modul transformuje napětí na vyšší hodnotu a předvádí pomocí střídače stejnosměrné na střídavé napětí. Průběh napětí odpovídá sinusovému průběhu, ale k dostání jsou na trhu i měniče s průběhem modifikovaný sinus. [6,7]

2.5.1 Výpis vlastností

Při výběru měniče napětí volíme mezi průběhem s modifikovaným sinusem a čistě sinusovým průběhem. Pro domovní instalace, kde se vyskytuje velké množství různých spotřebičů, je doporučeno požívat měnič s čistě sinusovým průběhem. Trapézový průběh může mít vliv na práci elektroniky, jako jsou například televize a počítač.[6]

2.5.2 Cena modulů

Ceny modulů měničů jsou přímo úměrné jejich výkonu a výstupnímu napětí. Uvedené hodnoty tedy nejsou konečné ceny, ale průměrné ceny srovnatelných produktů na trhu.

Položka	Cena
Měnič, modifikovaná sinusoida, 12-230 V, 2000 W	4 900,- Kč/ks
Měnič, modifikovaná sinusoida, 12-230 V, 3000 W	8 000,- Kč/ks
Měnič, modifikovaná sinusoida, 12-230 V, 4000 W	15 00,- Kč/ks
Měnič, sinusoida, 12-230 V, 2000 W	17 000,- Kč/ks
Měnič, sinusoida, 12-230 V, 3000 W	26 000,- Kč/ks
Měnič, sinusoida, 12-230 V, 4000 W	34 000,- Kč/ks

5. Ceny různých druhů měničů napětí

2.6 Regulátor

Regulátor je hlavní součástí systému. Nestará se jen o efektivní dobíjení baterií, ale i o odpojování akumulátorů od zdrojů a spínání spotřebičů pro zpracování přebytečného výkonu. [6]

2.6.1 Výpis vlastností

Při své funkci neustále porovnává napětí akumulátorů a napětí poskytnuté zdroji. V případech kdy je napětí zdrojů menší než napětí akumulátorů, odpojí je, aby nedocházelo k jejich vybíjení. V obdobích, kdy je výkonu dostatek, regulátor rozezná plné nabití akumulátorů a spustí spotřebič na zpracování přebytků.

Regulátory jsou rovněž vybaveny funkcemi podporující řídicí systémy pro vyhodnocování dodávky zdrojů. [6]

2.6.2 Cena modulů

Jak bylo uvedeno vybavení regulátorů může být různé, výstupy pro tvorbu statistik nejsou podmínkou, proto je základní rozdělení provedeno dle proudu se kterým dokáže regulátor pracovat.

Položka	Cena
Solární regulátor $U = 12V$, $I = 10A$	500,- Kč/ks
Solární regulátor $U = 12V$, $I = 20A$	1 600,- Kč/ks
Solární regulátor $U = 12V$, $I = 30A$	5 400,- Kč/ks

6. Ceny různých druhů regulátorů

3. Energetická bilance objektu

Energetickou bilancí objektu se rozumí nároky na dodaný výkon pro nepřetržitý provoz v ostrovním režimu. Pro stanovení bilance použijeme naměřené hodnoty roční spotřeby přepočítané pomocí metodiky TDD (typový diagram dodávky) pro znázornění v grafu.

3.1 Metodika TDD

Pro stanovení hodinových spotřeb, a tím získání typového diagramu dodávky se využívá přímého hodinového měření u skupiny referenčních odběrných míst. Tyto odběrná místa jsou rozdělena dle stanovené distribuční sazby. Z průměru naměřených hodnot získáme diagram hodinových spotřeb, který aplikujeme na ostatní odběrná místa, která nedisponují hodinovým měřením. Samotný diagram se rovněž využívá pro plánování hodinového odběru, který vstupuje jako podklad pro výrobu elektrické energie. Plánovaný diagram TDD nazýváme normalizované TDD. Na základě denního vyhodnocení je normalizovaný diagram denně korigován teplotním koeficientem, tak aby byla jeho hodnota co nejpřesnější. Takto upravený diagram již nazýváme přepočítané TDD.[4]

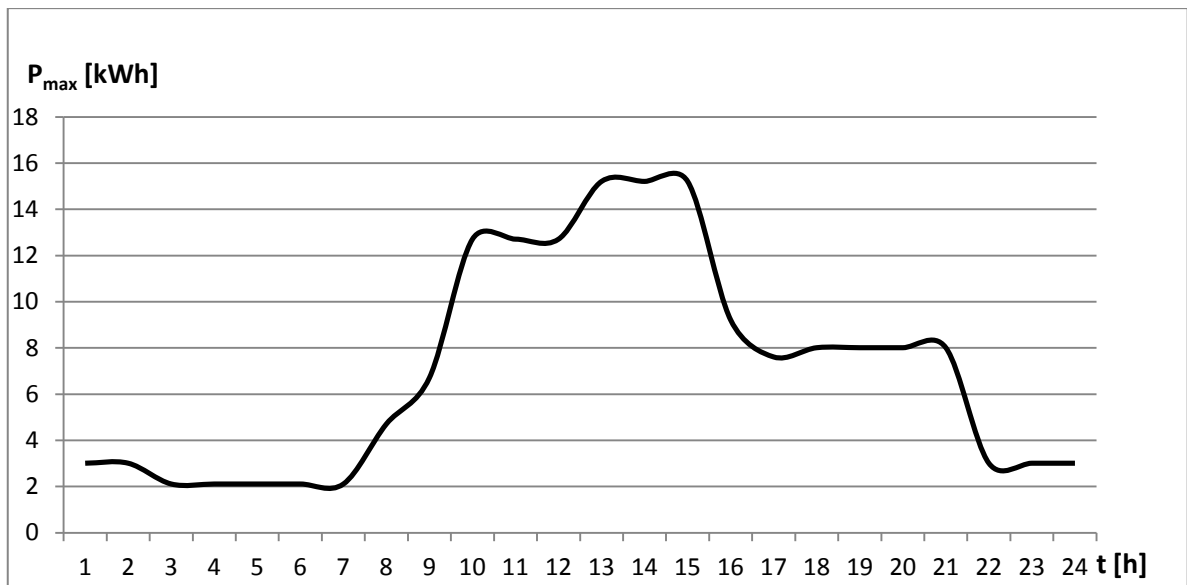
3.2 Hodinový diagram maximálního zatížení

Každý objekt je specifický svým využitím. Jedná se vždy o unikát, který je definován používanými spotřebiči a vlastním chováním obyvatel objektu. Při určování náročnosti objektu je nutné utvořit seznam používaných spotřebičů a časové úseky, kdy jsou používány. [4,5]

Spotřebič	Používán od	Používán do	Výkon [W]
Lednička	0:00	23:59	700
Pračka	9:00	16:00	2000
Sporák	10:00	15:00	6000
Myčka	13:00	21:00	2500
Bojler	0:00	23:59	100
Televize	18:00	2:00	380
WifiRouter	0:00	23:59	10
PC	8:00	2:00	500
Rychlovarná konvice	8:00	21:00	1500
Mikrovlnná trouba	8:00	21:00	100
Světelný obvod	16:00	7:00	400

7. Seznam spotřebičů a jejich doba provozu

Pomocí uvedených hodnot můžeme zobrazit průběh maximálního zatížení objektu.



6. Graf rozložení maximální denní spotřeby

3.3 Hodinový diagram vypočítaný dle metodiky TDD

Naměřená roční spotřeba je pouze hrubý údaj. Pro zjištění hodinového rozložení spotřeby rozložíme spotřebu dle TDD. [4]

$$P_{ht} = \sum_{h=1}^{8760} \mu_{n,t}^h * \mathcal{G}_{h,m}$$

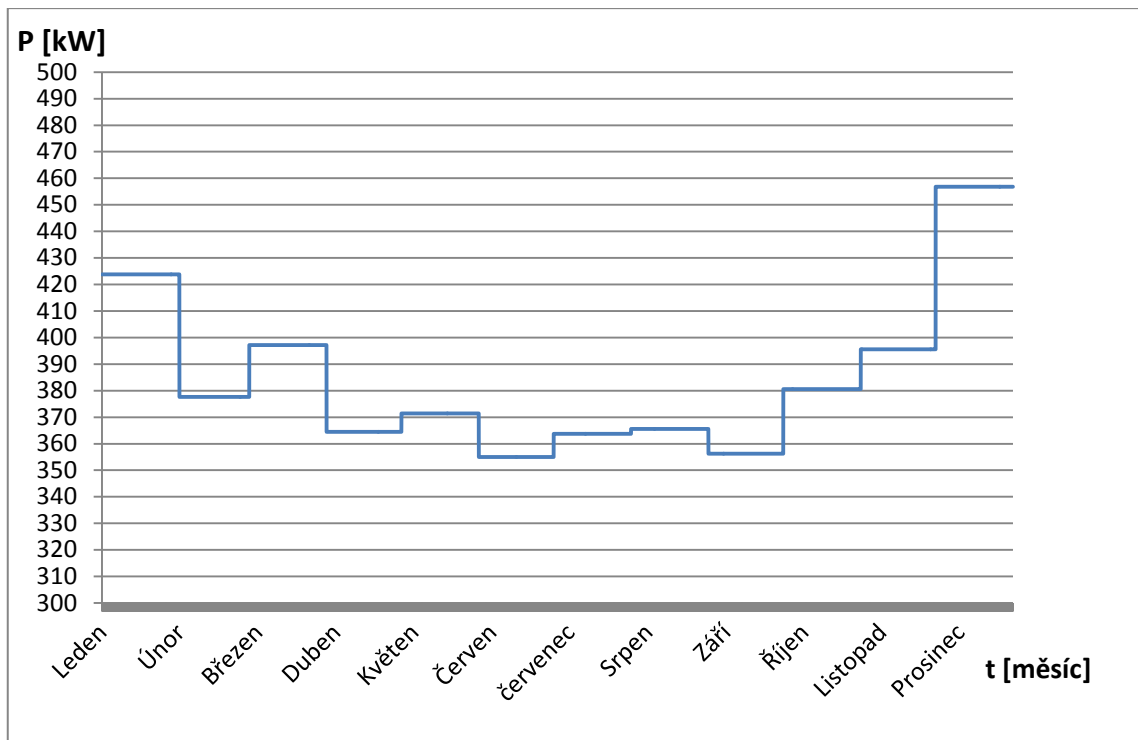
1. Přepočet dle metodiky TDD

$\mu_{n,t}^h$... koeficient normalizovaného typového diagramu, platný pro hodinu h a třídu t

$\mathcal{G}_{h,m}$... teplotní koeficient příslušné sítě a teplotní oblasti

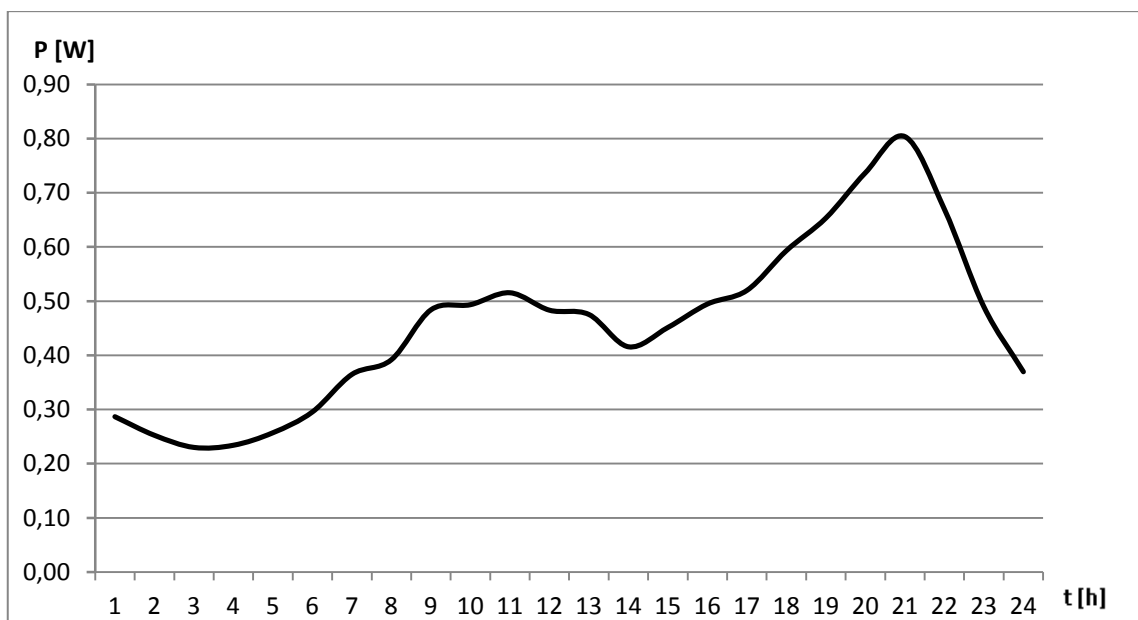
P_{ht} ... výkon v hodině h

Použitím stanovených koeficientů pro danou teplotní oblast a síť dosáhneme rozložení spotřeby v roce.



7. Roční odběrový diagram místa spotřeby

Aplikací stejného principu můžeme získat hodnotu v kteroukoliv hodinu v roce. Při definování zdrojů a určování parametrů zdrojů budeme vycházet z denního diagramu.



8. Graf rozložení běžné denní spotřeby

4 Dimenzování zdrojů a dalších komponent

Při dimenzování obnovitelných zdrojů pro autonomní systém je třeba zvážit, jaký výkon jsou tyto zdroje schopné v dané lokalitě dodat v obdobích, které jsou pro jejich fungování kritická. Například pro solární systémy je kritické období od listopadu do února, což je i období největší spotřeby elektrické energie. [8]

4.1 Akumulace

U systémů pracujících v ostrovním režimu udává akumulace míru soběstačnosti. Akumulace musí být dimenzována tak, aby v případech kdy FVE ani VTE není schopná dodávat, mohl systém dále pracovat bez omezení provozu. [6]

4.1.1 Dimenzování akumulace

Při volbě velikosti akumulace musíme vzít v úvahu, jak dlouho může být systém bez jakékoliv dodávky elektrické energie. V našem případě bude jedna perioda stanovena na 7 dní.

Dalším parametrem je reálná maximální denní spotřeba objektu. Tuto spotřebu musíme navýšit o ztráty způsobené měničem napětí. Vzhledem k tomu, že objekt bude využívat stávající elektroinstalaci, bude veškerá spotřeba procházet měničem. V obdobích zvýšené spotřeby dosahuje denní spotřeba 15,5 kWh. Ztráty v měniči čítají 10 %. [7]

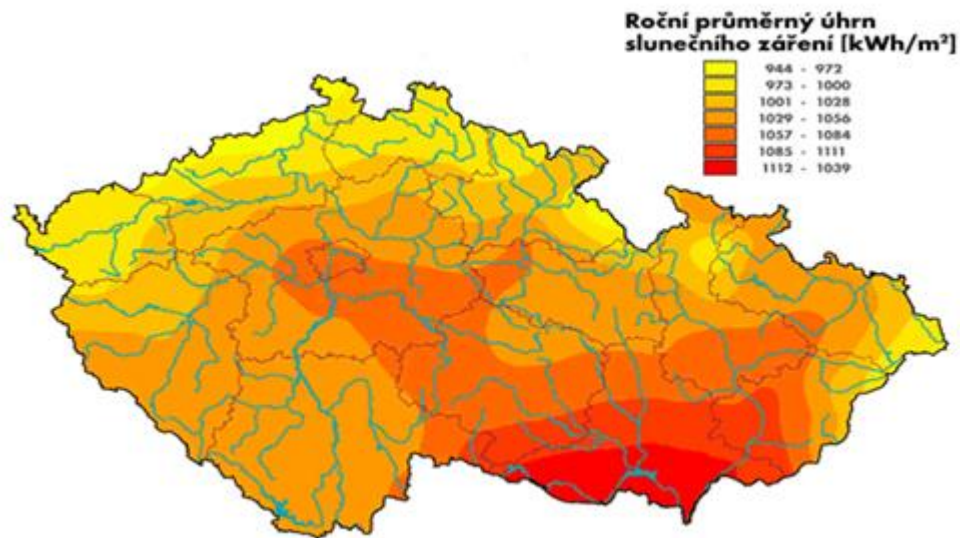
$$C_a = \frac{\frac{P_d}{P_{zm}} * n_d}{U_s} * k_b$$

2. Výpočet velikosti akumulátoru

P_{zm}	10 %	Ztráty měniče
P_d	15,5 kWh	Denní spotřeba
n_d	7 dní	Počet dní bez dobíjení.
k_b	20%	Koeficient využitelnosti baterii
C_a	655 Ah	Kapacita baterie

4.2 Solární zdroj elektrické energie

Zhodnocení využitelnosti se odvíjí od geografického umístění objektu.



9. Mapa dopadeného výkonu v České republice

Objekt spadá do oblasti s průměrným výkonem 1001 – 1028 kWh/m². Celková využitelná plocha hlavního objektu činí 70m². Objekt je natočen širší stranou na jih, sklon střechy svírá 35°. Stavba tedy ideálně odpovídá využití solárního systému.[6]

4.2.1 Výpočet předpokládaného výkonu

Předpokládaný výkon je množství energie, kterou nám má solární systém dodat za určité období. V našem případě je období jeden kalendářní rok.

S	70 m ²	Využitelná plocha střechy
P _{instf}	9890 Wp	Instalovaný výkon FVE
n _p	46 ks	Počet panelů
P _{dopf}	1014 kWh/m ²	Průměrný dopadený výkon na FVE
η _p	15 %	Účinnost panelů
I _j	5 A	Jmenovitý proud
I _{max}	6,5 A	Maximální proud

$$P_r = P_{dopf} * S * \eta_p$$

2. Výpočet předpokládaného výkonu

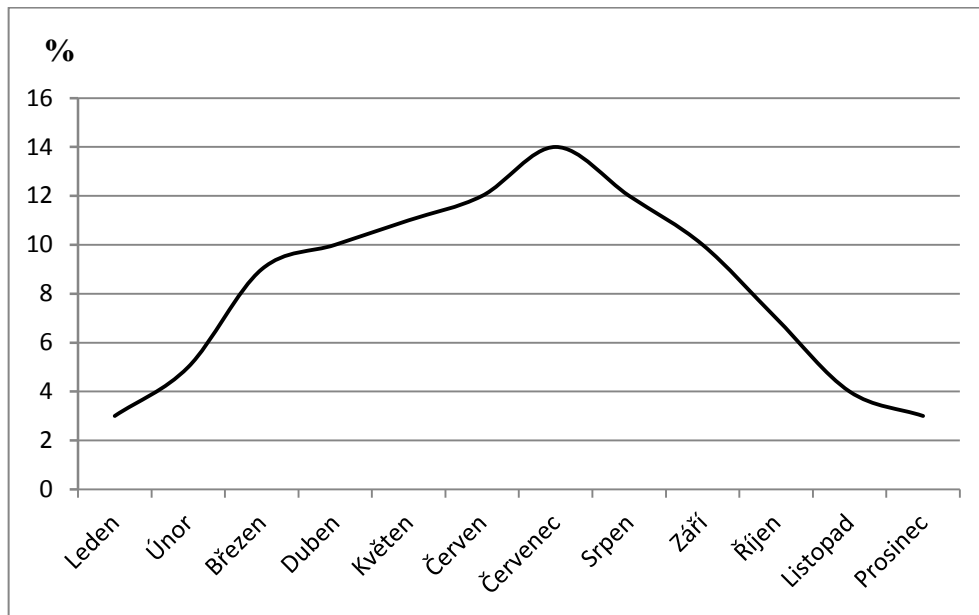
P_{rf}

10647 kWh

Předpokládaný roční výkon FVE

4.2.2 Rozložení výkonu v průběhu roku

Celkový vyrobený výkon v oblasti solárních technologií není konstantou. Jeho rozložení závisí na poloze Země vůči Slunci, tedy na ročním období. Níže vidíme rozprostření výkonu v průběhu roku.



10. Rozložení vyrobeného výkonu v FVE v roce 2013[6,8]

4.2.3 Porovnání spotřeby a výroby

Vzhledem k tomu, že se jedná o autonomní systém, je nutné pro porovnání použít období, kdy je vyrobený výkon nejmenší. Porovnávat budeme vyrobený výkon a spotřebu v prosinci. Hodiny dodávek solárního systému jsou odvozeny od referenčních, již realizovaných systémů v stejné oblasti.

$$k_h = \frac{\sum_{h=1}^{1-24} P_{hf}}{P_{instf}}$$

3. Výpočet koeficientů z profilu referenčních systémů

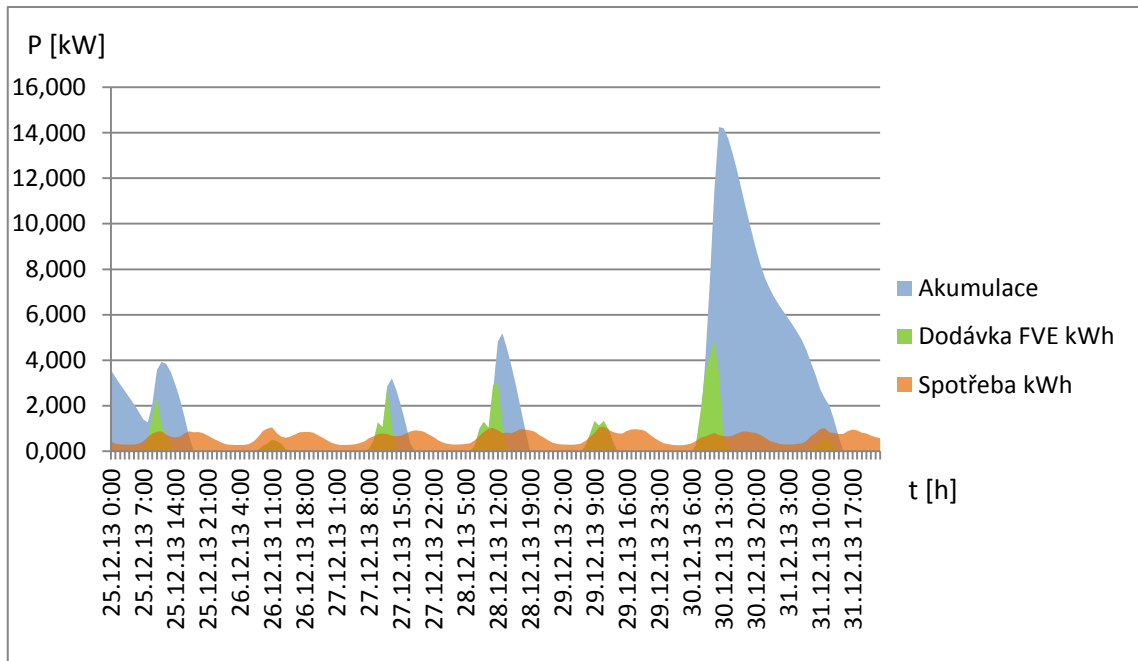
P_{hf} kW Vyrobený výkon ve FVE v hodině h

P_{instf} kW Instalovaný výkon ve FVE

k_h Přepočtový koeficient v hodině h

$$P_{hf} = P_{rf} * 0,3 * k_h$$

3. Přepočet výroby pomocí koeficientu

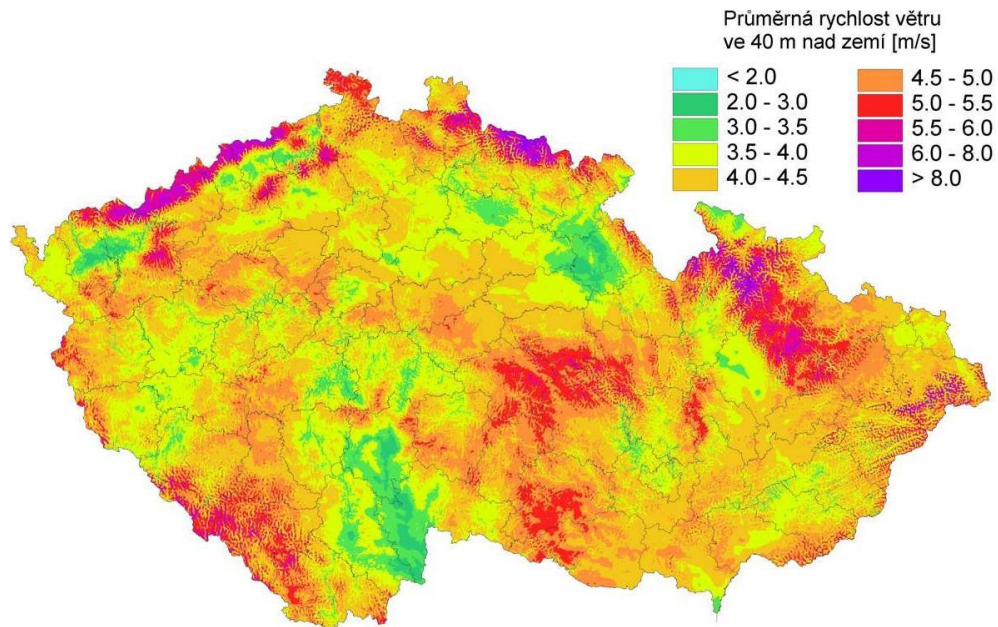


11. Porovnání vyrobeného spotřebovaného výkonu

Při porovnání jsme zjistili, že stanovená plocha solárních panelů neodpovídá energetické náročnosti objektu. Aby byl systém autonomní a využíval pouze solárních panelů, musela by být plocha solárních panelů 2,5 násobná tedy 175m².

4.3 Větrná elektrárna jako zdroj elektrické energie

Stejně jako u solárních systémů platí, že je není možné vybudovat na každém místě. Je důležité zhodnotit, zda v dané oblasti je dostatek vzdušného proudění o minimální rychlosti 2 m.s⁻¹. Obzvláště v osídlených oblastech, kde se vzduchové proudy tříští a mění směr.

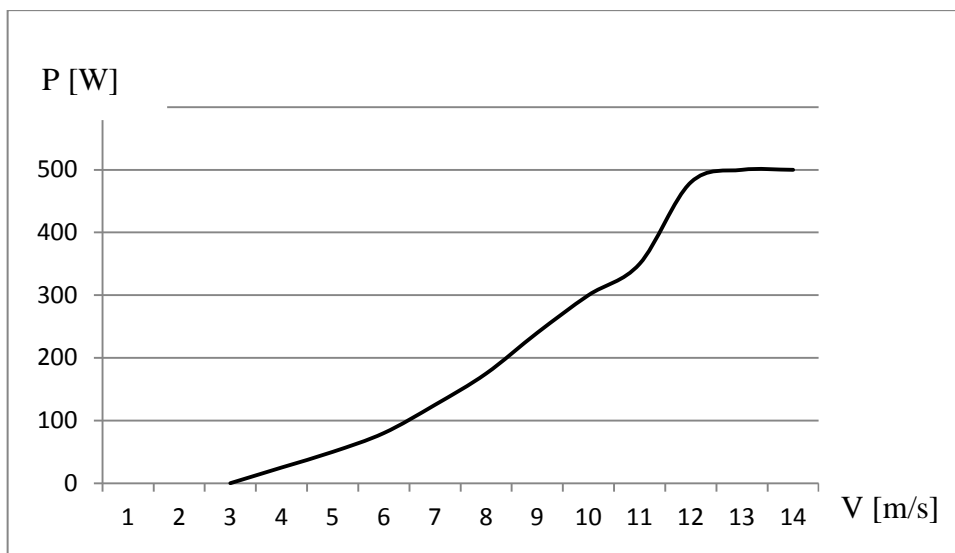


12. Mapa průměrné rychlosti větru ve výšce 40 m v České republice [Zdroj – Ústav fyziky atmosféry AV ČR]

4.4 Výpočet předpokládaného výkonu

Větrná elektrárna nemá takové podmínky pro výrobu, aby poskytla dostatečný výkon pro ostrovní provoz. Větrnou elektrárnu můžeme tedy použít pouze jako doplňkový zdroj pro období, kdy jiný systém neposkytuje dostatek výkonu.

Množství vyrobené elektrické energie závisí na rychlosti větru. Výkonová charakteristika nám uvádí, že při průměrné rychlosti větru 4 m.s⁻¹ bude VTE dodávat výkon 50W. Vzhledem k umístění objektu jsme zvolili jako doplňkový zdroj malou větrnou elektrárnu SUNLY 400 viz. Katalog modulů.



13. Výkonová charakteristika SUNLY 400

P_{jvte}	400 W	Instalovaný jmenovitý výkon VTE
v	4 m.s ⁻¹	Průměrná rychlost větru
P_{vtech}	50 W	Průměrný výkon dle výkonové charakteristiky

$$P_{rvte} = P_{vtech} * v$$

4. Výpočet předpokládané dodávky VTE

P_{rvte}	438 kWh	Předpokládaný roční výkon VTE
------------	---------	-------------------------------

4.4.1 Porovnání spotřeby a výroby

Rozložení vyrobeného výkonu v průběhu roku provedeme obdobným principem jako u solárních systémů. Pomocí referenčních zákazníků stanovíme diagram výroby, který aplikujeme na naši VTE. [4]

$$k_h = \frac{\sum_{h=1}^{1-24} P_{hvte}}{P_{instvte}}$$

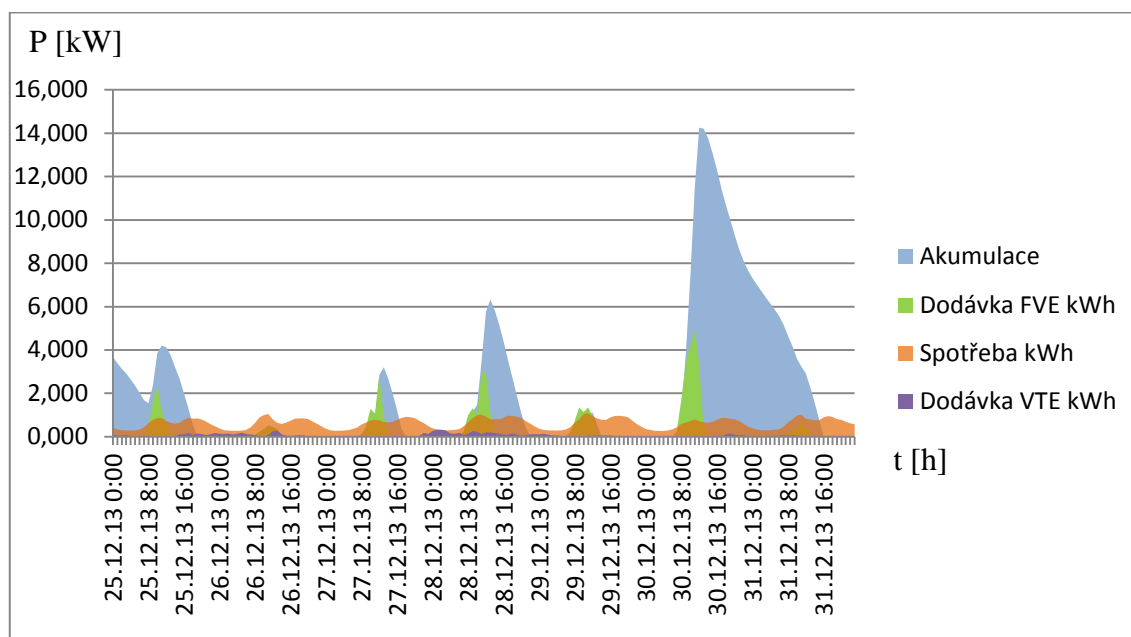
5. Výpočet koeficientů z profilu referenčních systémů

P_{hvte}	kW	Vyroběný výkon ve VTE v hodině h
$P_{instvte}$	kW	Instalovaný výkon ve VTE
k_h		Přepočtový koeficient v hodině h

$$P_{hvte} = P_{rvte} * k_h$$

6. Přepočet výroby pomocí koeficientu

Rozložení výkonu dodaného VTE nepodléhá poloze země vůči slunci jak u solárních systémů. Diagram dodávky tedy není třeba rozdělovat dle měsíců, ale použijeme pouze přepočty dle referenčních zdrojů za pomoci koeficientů.



14. Porovnání vyrobeného spotřebovaného výkonu

4.5 Elektrocentrála

Samotná elektrocentrála je jen dalším doplňkovým zdrojem. Jedná se sice o výkonný a stabilní zdroj, ale jeho provoz je nejdražší ze všech uvedených zdrojů. Zároveň jako jediný vyžaduje pravidelnou údržbu a doplňování pohonných hmot. Aby bylo dosaženo co nejlevnějšího provozu, měla by být elektrocentrála využívána v co nejmenší míře.

4.5.1 Provoz elektrocentrály

Provoz elektrocentrály je řízen řídicím systémem, který sleduje napětí akumulátoru. Dle naměřených hodnot, určuje kdy se má elektrocentrála spustit a svým výkonem tak dobít akumulátory

Spuštění elektrocentrály probíhá při naměření napětí 12 V, které značí vybití baterií. Tehdy dojde k spuštění elektrocentrály, aby byl nahrazen chybějící výkon.

Po plném nabití baterií se elektrocentrála odpojí a nechá spotřebu odebírat již jen z akumulátorů.

4.6 Měníč

Výkon, jaký dokáže měnič systému poskytnout, se nepříznivě projevuje na jeho ceně. Můžeme tedy využít dvou možností zapojení. Je-li elektroinstalace rozdělena do fází nebo okruhů můžeme pro jednotlivé fáze použít měnič odpovídající zatížení jedné fáze či okruhu. V takových případech bude systém obsahovat více měničů s menším výkonem.[6]

4.6.1 Dimenzování měniče

Výkon měniče volíme dle maximálního zatížení objektu, jak bylo uvedeno v kapitole 3.2 Hodinový diagram maximálního zatížení. V případě že je v systému oblast nebo okruh, který nevyužívá náchylné spotřebiče na průběh napětí. Můžeme zde využít levnějšího s modifikovanou sinusoidou. [6,8]

4.7 Regulátor

V případě instalovaného velkého výkonu by mohl nastat problém s regulací výkonu pro dobíjení baterii. Regulátory mají omezený proudový rozsah, který dokážou regulovat. Můžete tedy solární panely pospojovat do více větví, které rozprostřou výkon na více regulátorů. [6,8]

4.7.1 Dimenzování regulátoru

Při paralelním spojení 46 kusů solárních panel využijeme rozdělení do 4 větví. Dvě větve budou čítat 12 panelů a dvě větve 11 panelů.

I_{jp}	5 A	Jmenovitý proud panelu
I_j	60 A	Jmenovitý proud větve
I_{jVTE}	30 A	Jmenovitý proud VTE
n		Počet panelů ve větvi

$$I_j = n * I_{jp} + I_{VTE}$$

6. Výpočet jmenovitého proudu panelů

I_{j12}	60 A	Jmenovitý proud větve 12 ks panelů
I_{j11}	55 A	Jmenovitý proud větve 11 ks panelů
I_{j8+VTE}	80 A	Jmenovitý proud větve 8 ks panelů s VTE

Regulátory musí mít minimální proud, který mohou zpracovat 80 A.

5 Ekonomické zhodnocení

Ve zhodnocení posuzujeme využití a návratnost běžně dostupných zdrojů pro vytvoření autonomních systémů. Navržené systémy nejsou jen využitelná pro odlehlá místa, kde není možné použít veřejné sítě, ale také objekty jako jsou rodinné domy na periferiích měst a vesnic.

5.1 Navržené systémy

Pro zhodnocení systému jsme zvolili 4 varianty autonomního systému, které jsme navrhli pro stávající objekt. Jejich návratnost byla posouzena vůči stávajícímu stavu. V současné době objekt pokrývá svou spotřebu pouze z veřejné sítě.

1. Kombinace FVE, VTE a elektrocentrály se zálohováním
2. Kombinace FVE a elektrocentrály se zálohováním
3. Využití pouze elektrocentrály se zálohováním

Technické specifikace použitých modulů jsou přiloženy v příloze Katalog použitých modulů.

5.1.1 Stávající náklady

V současné době je objekt připojen k veřejné distribuční síti. Náklady na jeho roční provoz vypočítáme dle skutečně uhrazených částek za rok 2013. Pro porovnání systémů nebude v následujících letech zohledněn vývoj cen za regulovanou ani neregulovanou část ceny za dodaný výkon.[9,10]

Dle níže uvedeného výpočtu nákladů na roční provoz vychází částka na 24134,7 Kč.

Roční náklady objektu	Jednotky	Jednotková cena	Množství
Spotřeba	MWh		4,5

Poplatky za distribuci elektřiny	Jednotky	Jednotková cena	Částka
Stálá měsíční platba za příkon (3x40 A)	měsíc	408,00	4896
Platba za distribuované množství elektřiny v VT	MWh	1 650,04	5 197,63
Platba za distribuované množství elektřiny v NT	MWh	25,49	34,41
Platba za systémové služby	MWh	132,19	594,86
Platba na podporu výkupu el. Z OZE+KVET	MWh	583	2 623,50
Platba OTE za činnost zúčtování	MWh	7,56	34,02
		SUMA	13380,413

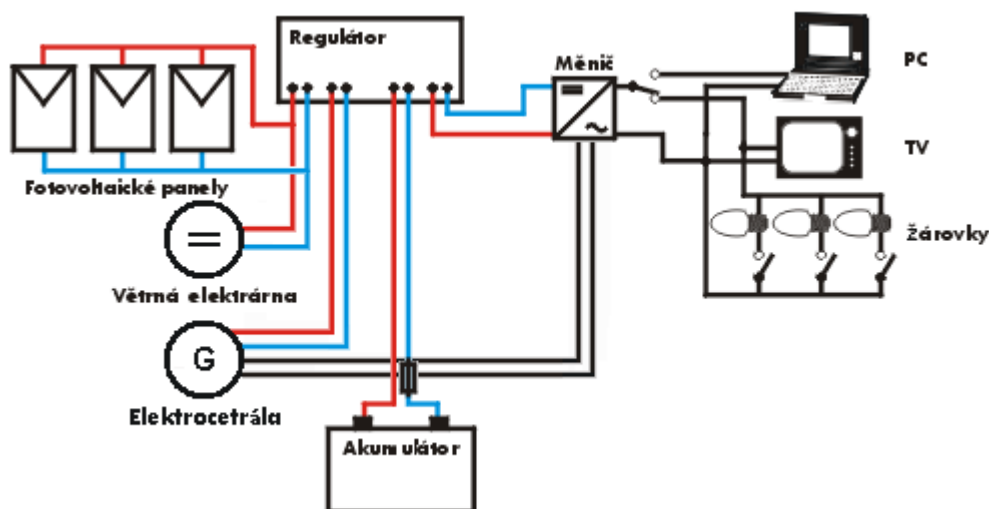
Poplatky za dodávku elektřiny	Jednotky	Jednotková cena	Částka
Pevná cena za měsíc	Měsíc	50	600
Spotřeba elektřiny VT	MWh	1 590,00	7 155,00
Spotřeba elektřiny NT	MWh	930	4 185,00
Daň z elektřiny		28,3	127,35
		SUMA	12067,35

Celková cena	Jednotky	Částka
Poplatky za distribuci elektřiny	Kč	23534,7
Poplatky za dodávku elektřiny	Kč	12067,35
	SUMA	24134,7

8. Výpočet nákladů ročního provozu objektu [9,10]

5.1.2 Kombinace FVE, VTE a elektrocentrály

Varianta autonomního systému je tvořena z níže uvedených modulů. Systém je doplněn o VTE, aby zohlednil její důležitost a využití při budování autonomních systémů.



15. Blokové schéma 1. varianty

5.1.2.1 Počáteční investice

Ceny uvedených modulů přejaty z nabídek zprostředkovatelských společností.

Položka	Parametry	ks	cena	celková cena
Měnič	ALREX ARR1532	1	98000	98000
FV Panely	JA SOLAR, 250 Wp	46	4600	211600
Akumulátory	Varta Promotive Silver 12V 225Ah 1150A	3	5500	16500
Větrná elektrárna	SUNNILY V-400	1	14500	14500
Elektrocentrála	HERON EGM 48 LPG-NG-1F	1	35000	35000
Regulátor	StuderInnotec VT-80A	4	18000	72000
Počáteční investice			Suma	447600

9. Seznam modulů systému s FVE, VTE a elektrocentrálou se zálohováním

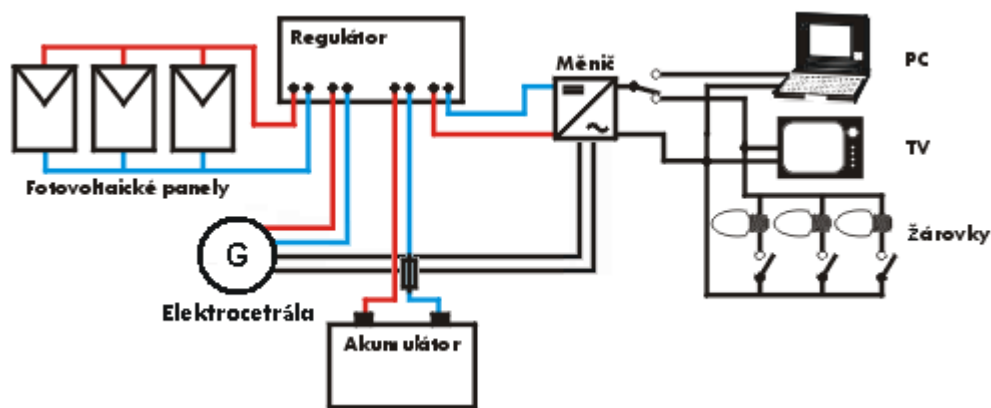
5.1.2.2 Provozní nákladů

V krizových obdobích s nedostatkem výkonu je chybějící výkon nahrazen elektrocentrálou. Dle výpočtu viz. příloha Porovnání výroby a spotřeby je zjištěno, že během kalendářního roku elektrocentrála vyrobí 331,2 kWh.

Dle technických parametrů je uvedeno, že elektrocentrála spotřebuje 0,321 l/kWh. Cena LPG je stanovena 23 Kč/l. Roční provoz elektrocentrálou činí 2443,80 Kč.

5.1.3 Kombinace FVE a elektrocentrálou

Kombinace elektrocentrálou a solárního systému poskytuje dostatečný výkon pro provoz systému v ostrovním režimu.



16. Blokové schéma 2. varianty

5.1.3.1 Počáteční investice

Ceny uvedených modulů přejaty z nabídek zprostředkovatelských společností.

Položka	Parametry	ks	cena	celková cena
Měnič	ALREX ARR1532	1	98000	98000
FV Panely	JA SOLAR, 250 Wp	46	4600	211600
Akumulátory	Varta Promotive Silver 12V 225Ah 1150A	3	5500	16500
Elektrocentrála	HERON EGM 48 LPG-NG-1F	1	35000	35000
Regulátor	StuderInnotec VT-80A	4	18000	72000
Počáteční investice			Suma	433100

10. Seznam modulů FVE a elektrocentrály se zálohováním

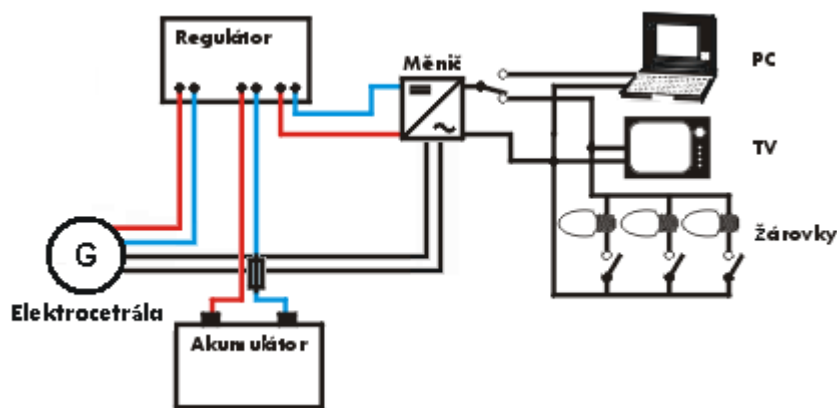
5.1.3.2 Provozní náklady

System bez využití větrné energie je daleko více odkázán na nahrazení výkonu v krizových obdobích, proto je dle výpočtu v příloze Porovnání spotřeby a výroby proti předešlé variantě dodaný výkon z elektrocentrály navýšen na 350 kW.

Dle technických parametrů je uvedeno v katalogu modulů, že elektrocentrála spotřebuje 0,321 l/kWh. Cena pohonných hmot pro plynou elektrocentrálu je stanovena 23 Kč/l. Cena byla vypočítána jako průměr z veřejně dostupných cen. Roční provoz elektrocentrály činí 2587,00 Kč.

5.1.4 Využití elektrocentrály se zálohováním

Využívání výhradně elektrocentrály je nejdražší ze zmíněných způsobů. Provoz autonomního systému je silně závislý na vývoj ceny pohonných hmot.



17. Blokové schéma 3. varianty

5.1.4.1 Počáteční investice

Systém obsahující elektrocentrálu a zálohování musí rovněž obsahovat moduly, které řídí nabíjení baterií. Proto je počáteční investice vyšší.

Položka	Parametry	ks	cena	celková cena
Měnič	ALREX ARR1532	1	98000	98000
Akumulátory	Varta Promotive Silver 12V 225Ah 1150A	3	5500	16500
Elektrocentrála	HERON EGM 48 LPG-NG-1F	1	35000	35000
Regulátor	StuderInnotec VT-80A	2	15000	30000
Počáteční investice			Suma	179500

11. Seznam modulu v systému elektrocentrály se zálohováním

5.1.4.2 Provozní náklady

Pokud je systém schopný provozu výhradně za použití elektrocentrály nikdy nedosáhne návratnosti oproti stávajícímu stavu. Elektrocentrála musí dodat veškerý potřebný výkon, který systém požaduje. Celková spotřeba objektu 4,5 MWh.

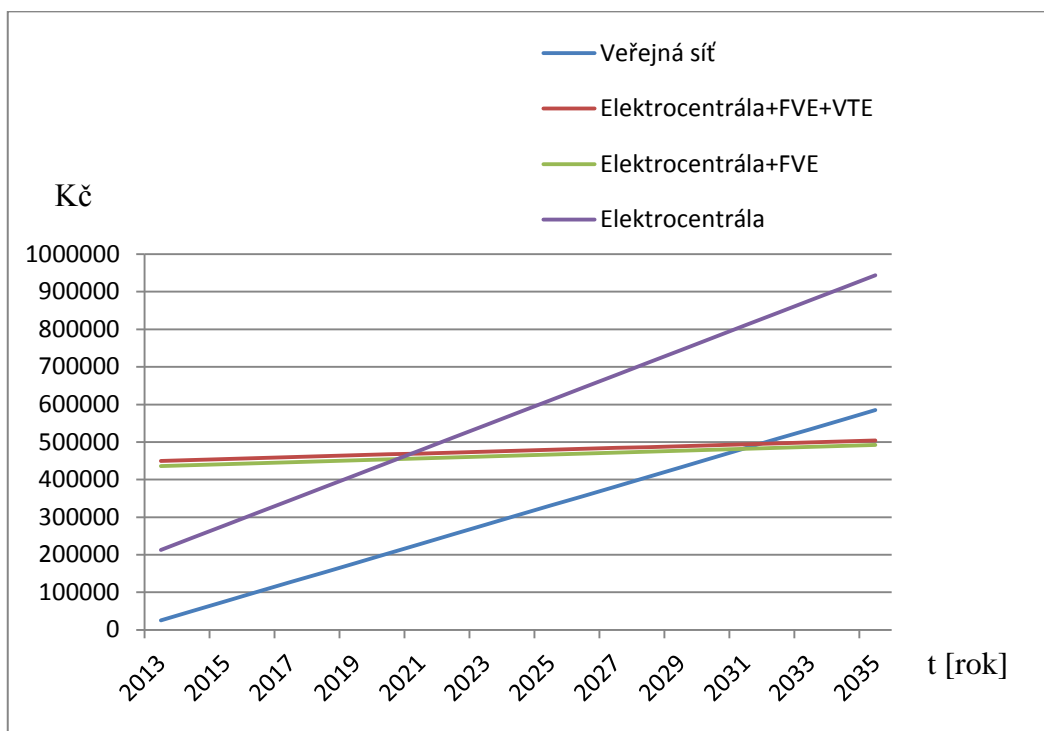
Dle technických parametrů je uvedeno, že elektrocentrála spotřebuje 0,321 l/kWh. Cena pohonných hmot pro plynou elektrocentrálu je stanovena 23 Kč/l. Cena byla vypočítána jako průměr z veřejně dostupných cen. Roční provoz elektrocentrály činí 33223,50 Kč.

5.2 Porovnání systémů

Detailní výpočet investičních a provozních nákladů je proveden v příloze Porovnání systémů. Pro daný objekt můžeme z vypočítaného grafu Porovnání nákladů definovaných systémů určit pořadí dle pořizovací ceny a nákladů na provoz. Pro svou

závislost na pohonných hmotách vychází elektrocentrála nejhůře ze všech uvedených variant. Nebudeme ji tedy dále v porovnávání zmiňovat. Zbylé autonomní systémy díky využívání obnovitelných zdrojů zajišťují návratnost do jejich investice.

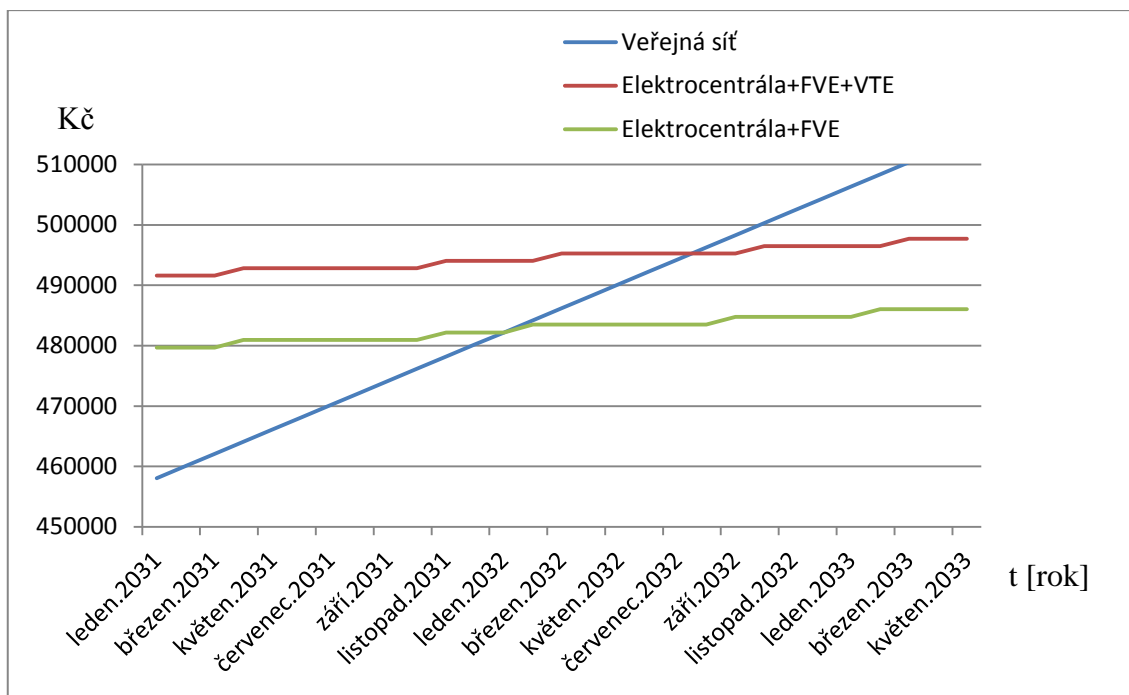
1. Elektrocentrála
2. Veřejná síť
3. Kombinace FVE, VTE a elektrocentrály
4. Kombinace FVE a elektrocentrály



18. Porovnání nákladů definovaných systémů

V případě výpočtu návratnosti systému využívající FVE, VTE a elektrocentrály dojdeme k zjištění, že investice se navrátí v červnu roku 2032. Plánovaná návratnost je tedy 19,5 roku.

Porovnáme-li systém kombinující pouze elektrocentrálu a FVE, návratnost díky ušetření za VTE bude již začátkem ledna roku 2032.



19. Porovnání nákladů specifikovaných systémů

6 Závěr

Cílem práce bylo popsat běžně dostupné zdroje elektrické energie a navrhnout autonomní systém v podmínkách určených polohou objektu. Návrh byl realizován v několika variantách za využití různých druhů zdrojů. Vyhodnocením použitých zdrojů a porovnáním s energetickou bilancí objektu byl definován nejvýhodnější návrh z hlediska nákladů na dlouhodobý provoz. Při porovnání byl kladen důraz na rozprostření vyrobeného výkonu vůči diagramu spotřeby. Vhodného rozdělení vyrobeného výkonu v průběhu roku bylo dosaženo přepočítáváním dle naměřených hodnot, u již realizovaných projektů. Vybrané referenční objekty se nachází v blízkosti zadaného objektu. Rozdělení spotřeby do hodinového diagramu bylo docíleno použitím metodiky TDD, která využívá naměřených hodnot.

Po ekonomickém zhodnocení vyplývá, že nejvhodnější aplikaci poskytuje varianta FVE v kombinaci a elektrocentrálou.

Přínos práce spočívá v přehledném zpracování běžně použitelných, dostupných obnovitelných i neobnovitelných zdrojů uplatnitelných pro návrh autonomního systému,

který lze aplikovat pro domovní instalaci v rozsahu rodinného domu. Dále také v poukázání na úskalí při použití obnovitelných zdrojů.

Literatura

- [1] Obnovitelné zdroje energie, FCC Public ISBN 80-901985-8-9, 2001.
- [2] Obnovitelné zdroje energie 1, ISBN 978-80-969777-0-3, Bratislava 2007.
- [3] Mastný a kol.: Obnovitelné zdroje elektrické energie. Praha, 2011.
- [4] Metodika použití TDD, Operátor trhu, dostupné z WWW:
<<http://www.ote-cr.cz/dokumentace/dokumentace-elektrina>>
- [5] Zásady užití TDD v systému zúčtování odchylek OTE, Operátor trhu, dostupné z WWW:<<http://www.ote-cr.cz/dokumentace/dokumentace-elektrina>>
- [6] Ing. Karel Srdečný: Fotovoltaika v budovách, dosavadní zkušenosti pro budoucí rozvoj, EKOWAT 2009
- [7] Ing. Karel Srdečný, Ing. Miroslav Purkert, Ing. Jitka Klinkerová: Porovnání kvality realizovaných pasivních domů v ČR z environmentálních hledisek, EKOWAT 2011
- [8] Výukové materiály: Systémy pro využití sluneční energie, PavelHrzina
- [9] Výkupní ceny dle rozhodnutí ERU, dostupné z WWW:<<http://www.eru.cz/cs/-/cenove-rozhodnuti-energetickeho-regulacniho-uradu-c-5-2012>>
- [10] Ceník produktové řady KLASIK varianty Jistota 2/2013 platný od 1. 5. 2013 pro všechna distribuční území, EP Energy Trading s.r.o, dostupné z WWW.
<<http://www.epet.cz/ke-stazeni/ceniky/>>
- [11] Kubeš P., Kyncl Z., FYZIKA I, Vyd. ČVUT Praha, 2003
- [12] Jelen J., FYZIKA II, Vyd. ČVUT Praha, 1998
- [13] Vliv orientace střechy na energetický výnos elektrárny, online,
<<http://www.solarenavi.cz/slunecni-elektrarny/technicke-informace/vliv-orientace-strechy-na-energeticky-vynos-elektrarny/>>
- [14] Elektrocentrály s automatickým startem – záložní elektrocentrála, online,
<<http://www.elektrocentraly.cz/>>

Seznam příloh

Katalog použitých modulů

Porovnání výroby a spotřeby

Rozložení maximální denní spotřeby

Porovnání systémů

Data VTE