

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

Katedra elektroenergetiky

# Bakalářská práce



Využití obnovitelných zdrojů v objektech plynárenského průmyslu.

*The using of renewable sources in gas industry.*

Autor práce: Mikhel Alexander

Vedoucí práce: Ing. Libor Straka

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management, Bakalářský

Obor: Aplikovaná elektrotechnika

22. května 2015

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

katedra elektroenergetiky

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Alexander Mikhel**

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

Název tématu: **Využití obnovitelných zdrojů v objektech plynárenského průmyslu**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Seznamte se s využitím obnovitelných zdrojů pro oblast plynárenského průmyslu.
- 2) Popište aplikaci použití obnovitelného zdroje pro konkrétní případ.
- 3) Navrhněte a zhodnoťte použitý systém obnovitelného zdroje.

Seznam odborné literatury:

- [1] Obnovitelné zdroje elektrické energie, Mastný P., Drápela J. a kol. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 254 s. ISBN 978-80-01-04937-2.
- [2] World Survey of Energy Technologies, Research centre Institute for Energy, 2011.
- [3] Alternativní zdroje a budoucnost elektrických sítí, dostupné na <http://dcnt.ru>.

Vedoucí: Ing. Libor Straka

Platnost zadání: do konce letního semestru 2015/2016

L.S.

Ing. Jan Švec Ph.D.  
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
děkan

V Praze dne 1. 4. 2015

## Poděkování

Především chci poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Liboru Strakovi za jeho čas a za to, že v průběhu výroby této práce poskytl velice důležitou pomoc. A taky Chtěl bych poděkovat své rodině a svým kamarádům za podporu a trpělivost.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 22.5.2015

.....

## **Anotace:**

V této práci jsme probírali možnosti využití obnovitelných zdrojů v objektech plynárenského průmyslu. Tato práce se zabývá ve své první části seznámení s OZE. Druhá část práce se zabývá možnostmi využití OZE a konkrétní aplikací. V závěrečné části se zabývá analýzou možnosti využití obnovitelných zdrojů pro konkrétní objekt.

**Klíčová slova:** OZE, solarní energetika, plynárenský průmysl, energetika

## **Abstract:**

In this work we were researching opportunities of using renewable sources of energy in gas industry. In the first part this work is directed on RSE. Second part is directed on opportunities of using RSE and certain applications. Final part is directed on analysis of usage opportunities of RSE for certain object.

**Keywords:** renewable sources of energy, solar energy, gas industry, energetics

# Obsah

1 Úvod .....	8
2 Co je OZE .....	9
2.1 Odlišnosti a nevýhody obnovitelných zdrojů energie .....	11
2.2 Sluneční energie jako OZE .....	11
2.3 Solární kolektory.....	12
2.4 Ekologičnost obnovitelných zdrojů energie .....	14
3 Možnost využití OZE .....	17
3.1 Využití v Rusku.....	17
3.2 Využití v zahraničí .....	17
3.2.1 Využití v Americe.....	18
3.2.2 Využití v Japonsku .....	20
3.2.3 Využití v Evropě.....	22
3.2.3.1 Využití obnovitelných zdrojů energie na objektech velkých energetických společností v Evropě.....	23
4 Solární energetika.....	26
4.1 Srovnávací analýza solární a tradiční energetiky.....	26
4.2 Konstrukční řešení energetických komplexů v solární energetice .....	29
4.2.1 Základní konfiguraci solárních elektráren. ....	30
4.2.2 Příklad kompletního autonomního fotovoltaického systému. ....	31
4.2.3 Autonomní fotovoltaické energetické systémy .....	33
4.2.3.1 Shrnutí: .....	37
4.2.4 Solární fotovoltaické systémy .....	38
4.3 Energetické komplexy na bázi obnovitelných zdrojů energie .....	41
4.3.1 Autonomní energetické systémy OOO «Naučno-proizvodstvennaya firma «Vympel» .....	41
4.3.1.1 Solární fotovoltaické moduly.....	43
4.3.1.2 Uložení energie v autonomním energetickém komplexu.....	43
4.3.1.3 Automatizovaný řídicí systém autonomního energetického komplexu Vympěl.....	45
5 Využití OZE v OAO Gazprom.....	47
5.1 Výběr variantů systémů dodávky energie objektů OAO Gazprom na bázi využití obnovitelných zdrojů energie a netradičních uhlovodíkových zdrojů.....	47

5.2 Zkušenosti použití obnovitelných zdrojů energie pro zásobování elektřinou odběratelů podél dálkových plynovodů .....	49
5.2.1 Společnost OOO Gazprom transgaz Sankt-Petěrburg.....	49
5.2.2 Společnost OOO Gazprom dobyča Jamburg .....	50
5.3 Analýza struktury spotřeby zemního plynu na vlastní potřeby v OOO Gazpromtransgaz Sankt-Petěrburg. ....	51
6 Stanovení základních provozních a ekonomických ukazatelů energetických komplexů na bázi obnovitelných zdrojů energie a netradičních uhlovodíkových zdrojů .....	54
6.1 Tepelná sluneční energie.....	54
6.2 Výroba elektrické energie pomocí fotovoltaických článků.....	55
7 Závěr .....	57
8 Přílohy.....	59
8.1 Seznam příloh: .....	59
8.2 Seznam použité literatury: .....	59
8.3 Seznam obrázků.....	61

# 1 Úvod

Obnovitelné zdroje energie (OZE) zaujímají stále významnější podíl na energetickém mixu v mnoha zemích světa, přičemž podíl výroby energie z OZE prudce roste i navzdory finanční a politické nejistotě, OZE spolu s tradičními zdroji dokážou uspokojit rostoucí poptávku po energii a moderních energetických službách.

V současné době se na celém světě zvyšuje zájem o netradičních energetických zdrojích. Na území Ruské federace, včetně v oblasti umístění plynovodního systému a jiných objektů OAO Gazprom, jsou značné zásoby nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů, mezi které patří doprovodný ropný plyn, plynový kondenzát, břidlicový plyn, důlní metan aj.

Mnoho domácích zahraničních firem vyvinuly a úspěšně otestovaly konstrukční řešení a byla rozběhnuta sériová výroba širokého sortimentu energetických zařízení a energetických komplexů, využívajících různé druhy OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů.



## 2 Co je OZE

Sluneční energie, větrná energie, vodní energie (včetně energie z odpadních vod), kromě případů využití takové energie na přečerpávacích vodních elektrárnách, energie přílivů, energie vln vodních toků a ploch, včetně jezer, řek, moří, oceánů, geotermální energie s využitím přírodních podzemních zdrojů tepla, nízkopotenciální tepelná energie odebíraná ze země, vzduchu, vody s využitím speciálních zdrojů tepla, biomasa, obsahující cíleně pěstované energetické rostliny a dřeviny, a také odpady, vznikající při výrobě a při spotřebě, s výjimkou odpadů, získaných během využití uhlovodíkových surovin a paliv, bioplyn, skládkový plyn, uvolňovaný z odpadů výroby a spotřeby na skládkách takových odpadů, plyn, vznikající při těžbě uhlí.

V evropských zemích, USA, Japonsku, Číně a jiných zemích využívají OZE již více než 20 let a zároveň světové zásoby uhlovodíkových surovin, zejména levných, se neustále zmenšují. Proto směrem rozvoje energetického průmyslu je vývoj nových technologií pro výrobu energie, včetně z OZE. Podle názoru mezinárodních odborníků OZE již dnes mohou nahradit fosilní paliva ve čtyřech odvětvích: při výrobě elektrické energie, při přípravě jídla a k vytápění prostorů, při výrobě motorových paliv, k autonomní dodávce energie vzdáleným odběratelům.

V posledních desetiletích řada průmyslově vyspělých zemí věnují značné úsilí vývoji technologií a k prosazení OZE. Průměrně 62 % OZE se využívají k výrobě elektrické a tepelné energie, dodávaných do energetické soustavy. Obecně platí, že otázku energetické účinnosti je třeba zvažovat spolu s otázkou OZE, protože jejich vývoj je jednou z možností úspory energie a umožňuje snížit závislost na fosilních palivech a současně řešit environmentální otázky.

Podle názoru firem v odvětví OZE dnes existují následující hlavní problémy. Prvním problémem je pocit, že ještě nenastal "správný čas" k zavedení objektů OZE v Rusku, a že to je důležité a naléhavé jen pro evropské země.

Druhý problém se týká státní podpory při stanovení výše sazeb.

Cena energie z OZE nezávisle na sazbě se zvyšuje v důsledku inflace a jiných ekonomických faktorů. V současné době ve všech zemích, ve kterých je garantována

podpora ze strany státu, a v dokumentech, které se nyní připravují v Ruské Federaci, při instalaci větrných turbín se předpokládá určitá státní podpora sazby energie za účelem zajištění efektivity investování pro investory.

Tato sazba je opravdu vyšší, ale důležité je to, že po uplynutí doby návratnosti objektu OZE sazba energie klesá a potom bude podstatně nižší než sazba energie v tradičních odvětvích energetiky a tato sazba se v podstatě skládá z provozních nákladů na údržbu objektu OZE. Skutečně je třeba investovat nějaké peníze teď, ale investovat proto, aby za deset až dvanáct let (plánovaná doba návratnosti, použitá při výpočtu) získat výrazný pokles ceny objektů OZE [1].

Ve srovnání s tradičními paroplynovými elektrárnami s kombinovaným cyklem s kombinovaným cyklem a plynovými turbínami, OZE vyžaduje mnohem vyšší poměrné investice. To je způsobeno vysokými investičními náklady na zařízení, potřebou vytvářet velké plochy energetických celků, které zachycují tok využívané energie, a také dodatečnými náklady na přeměnu a akumulaci energie. Mezi nevýhody OZE na současné etapě technologického rozvoje také je třeba přiřadit nutnost stálého přizpůsobení výroby elektrické energie a její spotřeby (diagram zatížení) nebo začleňování energetických celků na bázi OZE do distribuční energetické sítě.

Tyto problémy mohou být vyřešeny pomocí moderních frekvenčních měničů a zásobníků energie. Například v Dánsku, podíl energie z OZE na celkové bilanci elektrické energie v některých měsících dosahuje až 50 % a během dne, zejména přes noc dosahuje 100 %. Ve Španělsku tyto ukazatele jsou 30 % a 50 %.

Na straně jedné, technologie "zelené" energetiky za posledních 10 let se značně prosadily. Tím se pořizovací cena výkonných větrných turbín se snížila z 5000 na 1000 USD za 1 kW. Projekty výstavby malých vodních elektráren s dobou návratnosti asi 10 let zajišťují výrobu elektrické energie, která stojí 1,5-2 rublů / kWh, a geotermálních elektráren – 3-3,5 rublů / kWh.

Na straně druhé, zpřísnění ekologických předpisů a růst cen na energetické zdroje přivedly k výraznému nárůstu nákladů na výstavbu tradičních generujících kapacit. Náklady na výstavbu tradičních tepelných elektráren za posledních pět let se zvýšily z 1000-1200 na 2500-3000 USD za 1 kW instalovaného výkonu. Náklady na výstavbu jaderné elektrárny Belene v Bulharsku budou činit asi 10 miliard EUR za 2000 MW, tj. 5000 EUR za 1 kW[2].

Tak vědecko-technický pokrok, vznik nových technologií a materiálů neustále zvyšují konkurenceschopnost OZE, které už do značné míry nahrazují tradiční zdroje energie.

## 2.1 Odlišnosti a nevýhody obnovitelných zdrojů energie

Hlavní předností a hlavní nevýhodou obnovitelných zdrojů energie je nestálost jejich působení, spíše pravděpodobnostní charakter jejich objevení závisí na mnoha faktorech, včetně na povětrnostních podmínkách, klimatických faktorech, denní době, ročním období, zeměpisné poloze atd. Vše to především ovlivňuje výběr řešení a určuje postup vytvoření systémů dodávek energie na bázi OZE. Druh OZE určuje jeho charakteristické rysy a s ním spojené typové řešení, používané k vybudování energetických celků, které přeměňují příslušný druh OZE na elektrickou nebo tepelnou energii. Druh OZE také způsobuje problémy, spojené s efektivní přeměnou primárního obnovitelného zdroje energie a s vybudováním efektivního systému dodávky energie, který splňuje požadavky na spolehlivost dodávek a kvalitu dodávané energie.

## 2.2 Sluneční energie jako OZE

Charakteristickým rysem slunečního záření je zřetelná denní nestálost. V této souvislosti autonomní fotovoltaické solární systémy (FVS), určené pro výrobu elektrické energie jsou spojené s trakčními akumulátory, které se nabíjí během dne, kdy výstupní výkon přesahuje příkon odběru. Napájení při odběru elektrické energie přes noc je zajištěno akumulátory. Při zamračených dnech, kdy energie, generované FVS není dost na pokrytí odběru, dodávka energie také je zajištěna pomocí trakčních akumulátorů. Takové zálohování při zamračených dnech se vypočítává z údajů dlouhodobých meteorologických pozorování v oblasti umístění fotovoltaického systému. V souladu s tím kapacita trakčních akumulátorů a výkon FVS se vypočítávají na základě příkonu odběratelů a možného průměrného denního výstupního výkonu fotovoltaického systému za určitých klimatických podmínek v místě umístění FVS.

Za účelem zlepšení účinnosti využití slunečního záření FVS mohou být vybaveny koncentrátorem slunečního záření a systémem sledování polohy slunce. Mohou být použity

oboustranné solární moduly za účelem přeměny záření, odraženého od povrchu, mohou být použity fotovoltaické články s vysokou účinností přeměny (ve srovnání s tradičními monokrystalickými a polykrystalickými křemíkovými články), například na základě kaskádových vrstevnatých polovodičových heterostruktur. Však uplatnění těchto opatření zvyšuje celkovou pořizovací cenu zařízení a proto má být ekonomicky odůvodněné v každém jednotlivém případě.

## 2.3 Solární kolektory

Využití sluneční energie za účelem zásobování teplem (zásobování teplou vodou, vytápění prostorů) je možné pomocí solárních kolektorů. K procesu ohřevu teplotního média dochází během jeho cirkulace v kolektoru působením slunečního záření, potom teplotní médium předává tepelnou energii do akumulární nádrže, ve které se shromažďuje teplá voda pro spotřebitele. Jako teplotní médium mohou být využity voda, vzduch, olej nebo nemrznoucí směs.

Podle typu konstrukce se solární kolektory dělí na ploché vysoce selektivní a vakuové trubkové. Vzhled plochého solárního kolektoru je znázorněn na obrázku 1 a vakuového trubkového kolektoru na obrázku 2. Porovnání plochých a vakuových trubkových solárních kolektorů je uvedeno v tabulce 1.



Obrázek 1 – Vzhled plochého solárního kolektoru[3,4].



Obrázek 2 – Vzhled vakuového trubicového kolektoru [5,6].

Tabulka 1 – Porovnání plochých a vakuových trubicových solárních kolektorů

Typ kolektoru	Základní přednost	Základní nedostatki
<b>Vakuový trubicový kolektor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nízké tepelné ztráty ;</li> <li>• průceschopnost v chladném období při teplotě okolí až minus 300 C;</li> <li>• možnost zvýšení teplot chladicího média až do 250÷300 ° C;</li> <li>• dlouhá doba provozu během dne;</li> <li>• snadnost instalace;</li> <li>• nízký odpor větru;</li> <li>• efektivní provoz v mírných šířkách a chladné podnebí;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vysoká cena;</li> <li>• potřeba pravidelné čištění sněhu a námrazu;</li> </ul>
<b>Plochý solární kolektor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nízká cena;</li> <li>• vysoký výkon v létě;</li> <li>• efektivní provoz v jižních šířkách a teplé podnebí;</li> <li>• není třeba zvláštní úklid sněhu;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vysoké tepelné ztráty;</li> <li>• špatný výkon v chladném období;</li> <li>• složitost instalace, spojená s potřebou dodávky na střechu shromážděného kolektoru;</li> <li>• vysoký odporu větru;</li> </ul>

Tak za klimatických podmínek středního Ruska efektivnějším bude provoz vakuových trubicových kolektorů. V jižních šířkách lze využít ploché vysoce selektivní kolektory, mající nižší cenu než vakuové kolektory.

## 2.4 Ekologičnost obnovitelných zdrojů energie

Výroba elektřiny z OZE (slunce, vítr, geotermální energie, biomasa, energie oceánu) má v současné době velký význam pro elektroenergetiku, protože tak se zachovává fosilní palivo, elektrická energie se dodává do vzdálených a nepřístupných částí území země a racionálně se využívají přírodní zdroje.

Z environmentálního hlediska využití OZE je rozhodně vhodnější než přímé spalování tradičních uhlovodíkových zdrojů.

*Níže jsou uvedeny některé výhody využití OZE z environmentálního hlediska:*

- omezení dodatečné emise oxidu uhličitého;
- poměrné snížení emisí karcinogenních a škodlivých látek do ovzduší nahrazením jednotlivých druhů fosilních paliv;
- zabránění zničení původních přírodních krajín v důsledku relativního snížení objemu těžby jednotlivých druhů fosilních paliv;
- zmenšení škodlivých účinků organických odpadů (odpady průmyslového zpracování dřeva, odpady čištění odpadních vod, domovní odpad) v důsledku jejich využití jako biopaliva;
- zamezení tepelnému znečištění (vypouštění chladicí vody z tepelných elektráren a jaderných elektráren);
- zamezení znečištění ovzduší a vody (kyselá dešť, smog, těžké kovy, špinavá voda při vrtání vrtů);
- zamezení znečištění životního prostředí během přepravy a zpracování uhlovodíkových paliv;

Porovnané ekologické a ekonomické ukazatele energetické výroby jsou uvedeny v tabulce 2[7].

Tabulka 2 - Porovnané ekologické a ekonomické ukazatele energetické výroby

Indikátory	Uhelná elektrárna	Olej-plyn elektrárna	Vodní elektrárna	Jaderná elektrárna	Alternativní energetika			
					Solární	větrná	Geotermální **	Biomasa
Emise do ovzduší	100	10-60	-	-	-	-	<5	15-40
Spotřeba čerstvé vody	100	58-63	-	150-175	-	-	-	33-50
Shazování znečištěné vody	100	40	-	<100	4	2	20	40
Tuhý odpad	100	<1	-	<1	-	-	-	<1
Specifická potřeba pro náklady na zachování přírody	100	14-50	1-2	250-571	-	<1	<1	13-21
Zvýšení nákladů pod vlivem nákladů na životní prostředí	100	40-83	3-5	75-13	-	3-5	5-10	15-33

\* Indikátory Uhelných elektráren podmíněčně stanoveny za 100 jednotek.

\*\* U zdrojů s nízkou mineralizací.

Existuje názor, že výroba elektrické energie z OZE je zcela ekologicky "čistá". Není to tak docela pravda, protože tyto zdroje energie mají zásadně odlišný vliv na životní prostředí ve srovnání s tradičním energetickým zařízením využívajících fosilní, minerální a hydraulické palivo.

*Při využití sluneční energie [8]:*

- odcizení pozemků, jejich případná degradace.
- velká spotřeba materiálu a surovin.
- možnost úniku pracovních tekutin, obsahujících chlorečnany a dusitany.
- riziko přehřátí a vznícení systémů.
- změna tepelné bilance, vlhkost vzduchu, směru větru v oblasti umístění elektrárny.
- zastínění velkých ploch solárními koncentrátory, případná degradace půd.
- rušení televizního signálu a rádiového spojení.



### 3 Možnost využití OZE

Využití OZE je závislé na poptávce po energii, dostupnosti vlastních zdrojů fosilních paliv a možnosti dovážet palivo. Využití OZE také závisí na klimatických podmínkách země, zeměpisné poloze a dostupnosti zdrojů pro výrobu energie z OZE.

#### 1.1 Využití v Rusku

V současné době na objektech OAO Gazprom energetická zařízení na bázi OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů ještě nenašly masové uplatnění v důsledku nedostatku zkušeností v oblasti projektování a provozu systémů zásobování odběratelů elektrickou energií a teplem na základě zařízení netradiční energetiky. Jedním z důvodů pomalého zavádění systémů dodávek energie na bázi OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů pro objekty OAO Gazprom je absence právních předpisů a metodických pokynů pro výběr optimálního řešení a zařízení takových celků, a to především pro odběrateli potrubní části dálkových plynovodů, zejména těch, které se nachází v drsných klimatických podmínkách.

#### 1.2 Využití v zahraničí

Využití OZE je závislé na poptávce po energii, dostupnosti vlastních zdrojů fosilních paliv a možnosti dovážet palivo. Využití OZE také závisí na klimatických podmínkách země, zeměpisné poloze a dostupnosti zdrojů pro výrobu energie z OZE.

Podle odhadů ministerstva energetiky USA, v zemi do roku 2020 objem výroby elektrické energie na bázi OZE může být 11 až 22 % z celkové výroby (včetně výkonných vodních elektráren). Výchozí stav v zemích EU je odlišný. Jestli podíl energie z OZE v Dánsku v 2000 roce dosáhl 10 %, to Nizozemsko plánuje zvýšit podíl OZE z 3 % v roce 2000 na 10 % v roce 2020. Hlavní výsledky v celkovém obrazu Evropy určuje Německo, kde se plánuje zvýšit

podíl obnovitelné energetiky z 5,9 % v roce 2000 na 20 % v roce 2020 a to především díky větrné energii, energii slunce a biomasy [9].

Pokud se jedná o předních zemích, využívajících alternativní energetiku, pak v první řadě je třeba připomenout USA. V roce 2008 USA byly lídry z investování do ekologicky čisté energie, ale od roku 2009 jejich předstihla Čína. V roce 2010 Čína upevnila své vedoucí postavení. Ale v roce 2011 USA znovu ujaly vedení s celkovým objemem investic téměř 55,9 mld. USD, což bylo o 33% více než v předešlém období. Čína měla růst investic jen na 1 % do 47,4 mld. USD. Elektrickou energii z OZE získávají prostřednictvím vodních elektráren, podíl kterých činil 4,35 %, a také biomasy (3,15 %), biopaliva (2,57 %), větrných turbín (1,45 %), geotermálních elektráren (0,29 %) a solárních panelů (0,15 %).

Evropské země zvýšily investice do OZE na 3 % do 100,2 mld. USD. V Indii růst investic činil až 52 % (do 10,3 mld. USD), zatímco Brazílie vykázala nárůst o 15 % na úroveň 8,2 mld. USD [10].

### 3.2.1 Využití v Americe

V současné době USA jsou lídrem v oblasti inovace a pokročilých technologií [11]. Spojené státy mají značné zdroje pro větrnou energetiku a už přes 30 let jsou jedním z lídrů v oblasti výzkumu, vývoje a výstavby větrných elektráren [12]. V současné době 15 % z celkového počtu větrných elektráren ve světě jsou umístěny ve Spojených státech a využití větru jako zdroje energie rychle narůstá.

Jsou určeny konkrétní ukazatele snížení ceny a zlepšení výkonnosti, nezbytné k tomu, aby větrná energetika byla pro jedenadvacáté století atraktivní moderní technologií.

*Program USA sleduje následující cíle:*

- snížení ceny elektrické energie dodávané z velkých větrných elektráren na úroveň 0,03 USD/kWh pro oblasti s vysokou rychlostí větru, kde průměrná rychlost větru je 6,7 m/s, a do roku 2012 také pro oblasti s nízkou rychlostí větru 5,8 m/s;
- snížení ceny elektrické energie z malých větrných elektráren na úroveň 0,10-0,15 USD/kWh při průměrné roční rychlosti větru 5,4 m/s.

K tomu, aby energii větru se dalo využít v různých regionech USA, je třeba vyvinout větrné turbíny, které mají schopnost účinně fungovat v regionech s nízkou (5,8 m/s) rychlostí větru. Zpravidla místa odběru elektřiny se nacházejí v regionech s nízkou rychlostí větru, proto nové technologie výroby větrných turbín mají zajistit ekonomickou efektivitu větrných elektráren na území v blízkosti místa odběru. Umístění větrných turbín v blízkosti od odběratelů bude přispívat k překročení omezení, spojených s přenosovým vedením. Navíc díky tomu o 20 krát nebo vícekrát se rozšíří rozloha ekonomicky efektivních z hlediska vývoju větrné energetiky pozemků [13].

### *Společnost Chevron*

Jedna z největších energetických společností v USA Chevron Corporation zahájila těžbu ropy s využitím sluneční energie. Na objednávku společnosti v kalifornské poušti bylo postaveno "solární pole", skládající se z 7 600 zrcadel, které pohlcují sluneční paprsky za účelem jejich využití na těžebních věžích. Zrcadla vyhřívají vodu na páru, která se pak používá k těžbě těžké ropy.

Obří "solárium" vybuodovala firma Glasspoint Energy, která se specializuje na výrobu zrcadel. Částka obchodu nebyla ohlášena, ale zástupce vedení společnosti Chevron oznámil, že společnost rezervuje z rozpočtu asi 40 mil. USD k uhrazení nákladů na projekt. Zkušenosti s využitím sluneční energie ropnými společnostmi již existovaly, ale projekt Chevron se stal největším v ropném průmyslu USA.

Ekonomické výhody projektu zatím nebyly oznámeny. Expert, jehož názor byl uveden v publikaci, se domnívá, že celkové náklady takového projektu potenciálně jsou menší než obvyklé využití zemního plynu na těžebních věžích v ropných polích. Vedení společnosti Chevron poznamenává, že prozatím je spokojeno se svým pilotním projektem v ropném poli Koalinga, které je nejstarším v USA ložiskem "černého zlata", kde se těží od roku 1890 [14].

### *Společnost Solar Ray*

Společnost SolarRay ve spolupráci se společností United navrhla a postavila více než 14 stanic katodové ochrany produktovodů ve státech Wyoming, Utah, Colorado. Systém se skládá z 10 solárních modulů s výkonem 225 W každý, namontovaný na ocelový rám (obrázek **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). Systém také obsahuje elektronický řídicí

system kontroly nabíjení, jednotku dálkového monitoringu a akumulátor. Výstupní proud stanice katodové ochrany instalované pro Chevron Oil v Coloradu je 20 A [15].



Obrázek 3 – stanice katodové ochrany produktovodů, který využívá sluneční energii [15].

### 3.2.2 Využití v Japonsku

Největší rozvoj v segmentu alternativních zdrojů v Japonsku byl v posledních letech v oblasti využití sluneční energie a větrné energie.

Japonsko je světovým lídrem v oblasti solární energetiky. V roce 2008 instalovaný výkon všech solárních článků činil 1970 MW. Z nich více než 70 % je zařízení, které používá obyvatelstvo země.

#### *Společnost KYOCERA*

Japonská společnost KYOCERA vyvíjí efektivní solární systémy (obrázek 4) pro zásobování energií odběratelů ropného a plynárenského průmyslu. Stavebnicová

konstrukce napájecích zdrojů zabezpečuje maximální flexibilitu a umožňuje vytvářet solární elektrárny, které uspokojují specifické požadavky zákazníků.

*Zejména tyto systémy se používají v ropném a plynárenském průmyslu pro zásobování energií:*

- stanic katodové ochrany;
- telemetrie;
- systémů monitoringu toků;
- systémů měření průtoku;
- zařízení pro řízení procesů;
- automatizačních systémů;
- systémů sběru dat (RTU/SCADA).



Obrázek 4 – Zdroje solární energie KYOCERA [16].

Společnost vyvinula solární zdroj elektrické energie pro různé telemetrické systémy monitoringu objektů ropného a plynárenského průmyslu. Systém zajišťuje vzdálený monitoring.

Kromě toho, solární systémy zajišťují napájení zařízení pro protikorozní ochranu jakýchkoliv kovových konstrukcí. Vysoká účinnost je zabezpečena prostřednictvím speciálně navrženého automatického systému řízení a monitorování vzdálených objektů, pro které spolehlivost napájení je klíčovým faktorem [16].

### 3.2.3 Využití v Evropě

Omezené zásoby nerostných surovin, vrozená šetrnost a úspornost a také postavení ekologů přivedly Evropu mezi lídry ve výrobě elektřiny s využitím alternativní energie. Na Evropu připadá o něco méně než polovina elektrické energie, která se vyrábí ve světě na základě výše uvedených zdrojů - 160,1 mld. kWh [17]. Nejvíce rozšířeny takové elektrárny v Německu (26,8 % výroby elektřiny v regionu), Španělsku (14,5 %), Velké Británii (9,4 %), Itálii (8,9 %) a Dánsku (6,3 %).

V zemích EU mají rozsáhlé zkušenosti využití a podpory OZE. Je třeba vzít v úvahu, že podmínky pro rozvoj netradiční energetiky se v jednotlivých členských státech EU velmi liší. Tyto rozdíly podmíněny geografickými, ekonomickými, politickými, sociálními a jinými faktory, v důsledku čeho existují rozdíly v směrech a rozsahu rozvoje netradiční energetiky v jednotlivých zemích EU.

Zkušenosti evropských zemí ukazují, že přírodní faktor je důležitým, avšak není jediným předpokladem pro úspěšný rozvoj OZE. Nejlepší přírodní podmínky pro provoz větrných elektráren v Evropě mají Francie, Velká Británie, Irsko, Norsko. Díky příznivým geografickým a přírodním podmínkám větrné agregáty v Irsku mohou vyrábět dvakrát více elektrické energie než stejné agregáty, které jsou umístěné v Německu. Avšak výkon větrných agregátů v Německu je více než 15 krát větší než větrné turbíny v Irsku, Velké Británii a Francii dohromady.

Jednou z hlavních překážek, které brání širšímu využívání OZE jsou administrativní překážky, spojené se získáním povolení na výstavbu objektů netradiční energetiky (obzvláště větrných turbín) [18].

Nejvíce složité a zdlouhavé povolovací procesy v Řecku, Nizozemsku a Velké Británii. K získání povolení k instalaci objektů větrné energetiky je zapotřebí souhlas mnoha administrativních, stavebních, ekologických a dalších organizací, majících požadavky z hlediska zachování krajiny, minimálního zatížení hlukem, neexistence hrozby pro ptáky a zvířata apod.

Podíl "zelené" energie v Německu během 10 let může dosáhnout 48 % [19]. Podle vládní prognózy rozvoje energetiky v Německu do roku 2022 podíl výroby elektrické energie z OZE by měl dosáhnout 35 %.

K rychlému rozvoji "zelené" energetiky už teď je třeba investovat obrovské prostředky na modernizaci elektrické rozvodné sítě. Zařízení musí být připraveno přijímat velké objemy nestabilní energie.

"Zelená" energie je generována především na severu Německa, zatímco průmyslové podniky, které potřebují elektřinu, se nachází na jihu. K vyřešení tohoto problému, se plánuje vybudovat dalších 5 tis. km vedení vysokého napětí. Investice do výstavby budou činit asi 20 mld. EUR.

Úspěchy dosažené v zemích EU v oblasti ochrany životního prostředí jsou nepopíratelné. O tom svědčí nejen výše uvedené údaje národních statistických úřadů zemí EU a statistického úřadu EU (Eurostat), ale také mezinárodní ekologické žebříčky, sestavené uznávanými vědci. Například, v novém žebříčku, sestaveném vědci Yaleové a Kolumbijské univerzity, v první desítce nejekologičtějších zemí světa uvedeny 7 členských států EU: Švédsko, Finsko, Česká republika, Velká Británie, Rakousko, Dánsko, Irsko[18].

### 3.2.3.1 Využití obnovitelných zdrojů energie na objektech velkých energetických společností v Evropě

#### *Společnost Royal Dutch Shell*

Společnost Shell zajišťuje asi 2 % světové těžby ropy a 3 % zemního plynu. V roce 2008 společnost investovala 32 mld. USD do rozvoje a komerčního využití nových zdrojů moderní energie. Úroveň investic v roce 2008 překročil údaje všech jiných mezinárodních ropných společností, uvedený v jejich ročních účetních závěrkách. Také nepřekonatelnou byla úroveň investic ve výši přes 1,2 mld. USD do výzkumu a vývoje technologií, které budou zapotřebí k tomu, aby zvýšit výrobu energie z ekologičtějších druhů paliva [20].

Jedním z příkladů využití energie z OZE jsou monoblokové těžební věže.

Na obrázku 5 znázorněn vzhled monoblokové těžební věže.





Obrázek 5 – Vrtná souprava na šelfovou platformu, která využívá větrnou a solární energie [20].

Autonomní jednopilířová monobloková vrtná plošina to je komplex, na kterém nainstalovány solární panely a větrné turbíny. Využití těchto OZE zajišťuje možnost těžby zemního plynu bez uvolňování znečišťujících látek do ovzduší.

Cena monoblokových plošin je o 1/3 menší než cena většiny používaných v předchozím desetiletí modelů, kromě toho, monoblokové plošiny dovolují snížit provozní náklady. Monitorování a řízení těžby plynu se provádí prostřednictvím provozně-technického oddělení, umístěných na pevnině, díky čemu se eliminuje riziko porušení bezpečnosti výrobního procesu; výjezd na plošiny za účelem provedení oprav a údržby je organizován jen jednou za dva roky, a to je další faktor ke snižování provozních nákladů.

### *Společnost Tata Power Solar*

Společnost Tata Power Solar je nejvýznamnější indický výrobce solárních panelů, dříve byla součástí společného podniku na výrobu solárních panelů s jednotkou ropné společnosti BP (BP Solar).



TataPowerSolarSystems nabízí kompletní řešení pro rozmístění solárních energetických systémů pro jejich provoz za drsných podmínek na námořních těžebních věžích (obrázek 6) [21].



Obrázek 6 – Použití solární panely na těžebních vrtacích plošinách [21].

### *Společnost Statnett*

Norská státní energetická společnost Statnett chce udělat severní Norsko prioritním regionem pro příštích 15 let. Existující plány na výstavbu větrných farem a projekty těžby ropy a plynu se staly hlavním důvodem pro investiční záměry Statnett. Plánuje se vybudování nového přenosového vedení, což poskytne velké možnosti pro rozvoj alternativních zdrojů energie a průmyslu v tomto regionu.

Bude vybudováno přenosové vedení s napětím 428 kV, které bude proloženo od Balsfjordu do Hammerfestu a přenosové vedení s napětím 132 kV od norskó-ruské hraniční řeky Paz do Varangerbotnu. Nedostatečná kapacita stávajícího přenosového vedení se stala překážkou při realizaci celé řady průmyslových projektů v severním Norsku, a to včetně výstavby větrných farem na pobřeží Barentsova moře [22].

## 4 Solární energetika

Solární energetika v poslední době dostala nový impuls k rozvoji a přechodu na nové energetické výkony, a současně, mohou vzniknout ekologické problémy, které dříve, při místním využití nebyly tak zřejmé.

- 1) Solární pole pro zachycování světelné energie se rozprostírají na velkých plochách a vyžadují pro provoz pozemek rozlohou 0,003-0,004 ha / kW, což je méně než pro vodní elektrárny, ale více než pro tepelné a jaderné elektrárny.
- 2) Solární pole výkonných solárních elektráren způsobují zastínění velkých ploch půdy, což vede ke zhoršení půdních podmínek a vegetace v oblasti jejich umístění.
- 3) Při výběru místa pro výstavbu nových věžových solárních elektráren je nutno zajistit zvláštní opatření, aby se zabránilo pronikání ptáků v zóně vlivu koncentrovaného slunečního záření. Rozmísťovat elektrárny v určité vzdálenosti od stanovišť populací vzácných nebo ohrožených druhů.

Negativní vliv na člověka je způsoben především procesem výroby křemíkových článků, při kterém může dojít ke kontaktu se škodlivými a toxickými látkami (kyselina chlorovodíková, sírová a dusičná, aceton, fluorovodík, arsenid galia aj.).

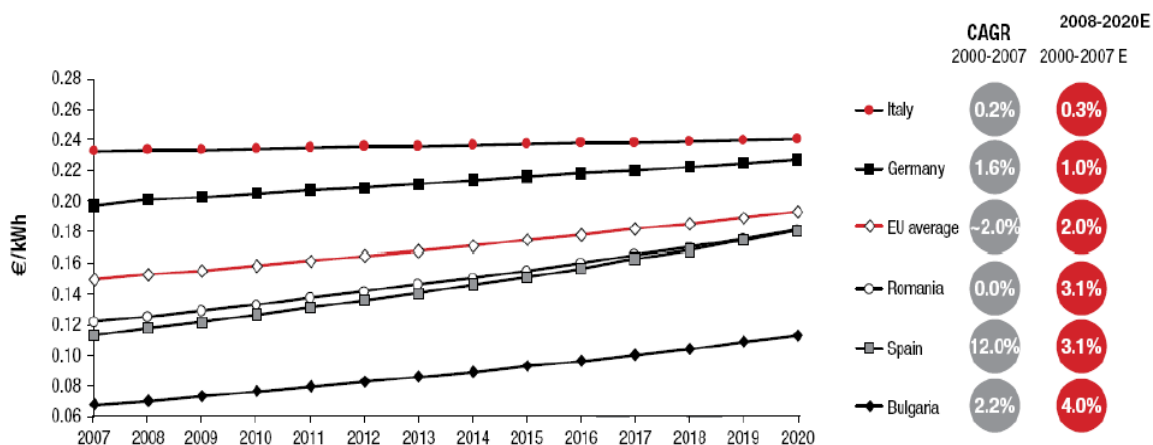
### 4.1 Srovnávací analýza solární a tradiční energetiky

Rysem moderní výroby elektrické energie s využitím fotovoltaických elektráren je nízký koeficient přeměny sluneční energie (<15-24 %) na elektrickou energii při nízkém koeficientu využití jmenovitého výkonu FVE ( $K_{vij}$ <15-20 %). V této souvislosti dosažení energetické a ekonomické účinnosti FVE je dost těžkým úkolem.

Za moderních, a to nejen ruských, ale i světových sazeb výroba elektrické energie pomocí FVE není rentabilní. Za účelem stimulování rozvoje fotovoltaických technologií se ve vyspělých z hlediska využití solární energie zemích používají značné dotace za vyrobenou na FVE elektrickou energii (až 0,40 EUR/kWh a více).

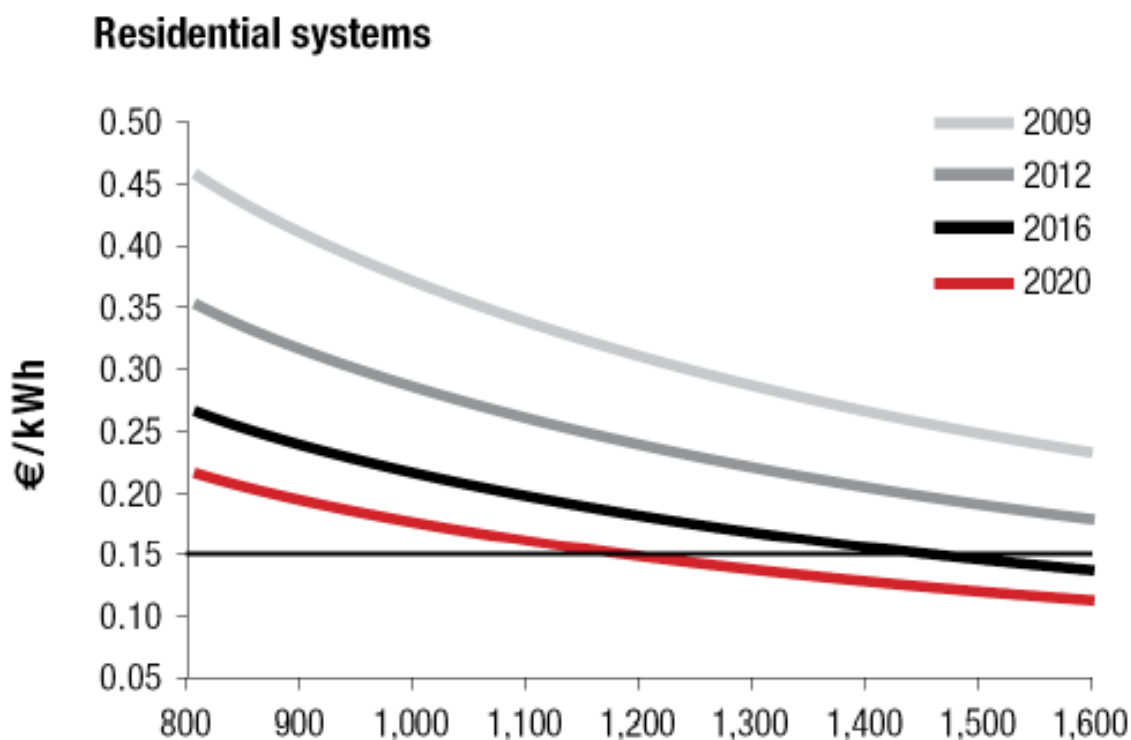
Prognóza změny ceny elektrické energie na roky 2009 až 2020, dodávané z rozvodných sítí v některých evropských zemích a generované solárními nekomerčními a průmyslovými fotovoltaickými systémy v závislosti na době jejich využití znázorněny na obrázcích 7-9.

Figure 80: Forecast evolution of electricity prices in real terms



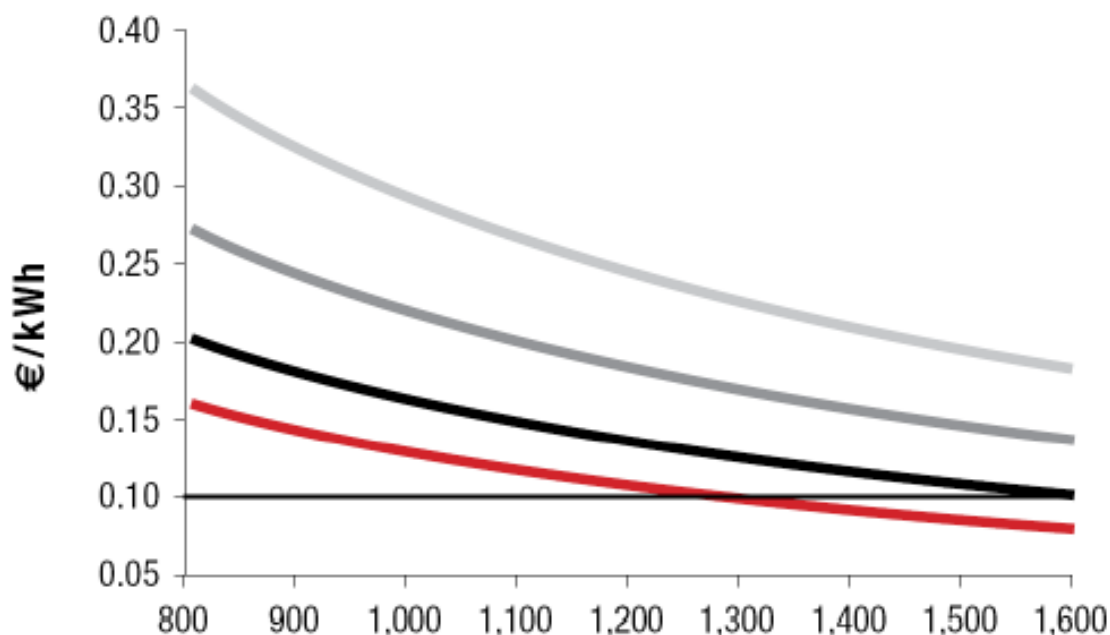
Sources: Eurostat Data Portal - IEA - A.T. Kearney analysis.

Obrázek 7 - Předpověď změny nákladů na výrobu elektřiny v Evropě [23].



Obrázek 8 - Předpověď změny nákladů na výrobu elektřiny vyráběné pomocí nekomerčních fotovoltaických systémů v závislosti na počtu hodin použití za rok [23].

## Industrial systems



Obrázek 9 - Předpověď změny nákladu na výrobu elektřiny vyráběné pomocí průmyslových fotovoltaických systému v závislosti na počtu hodin použití za rok [23].

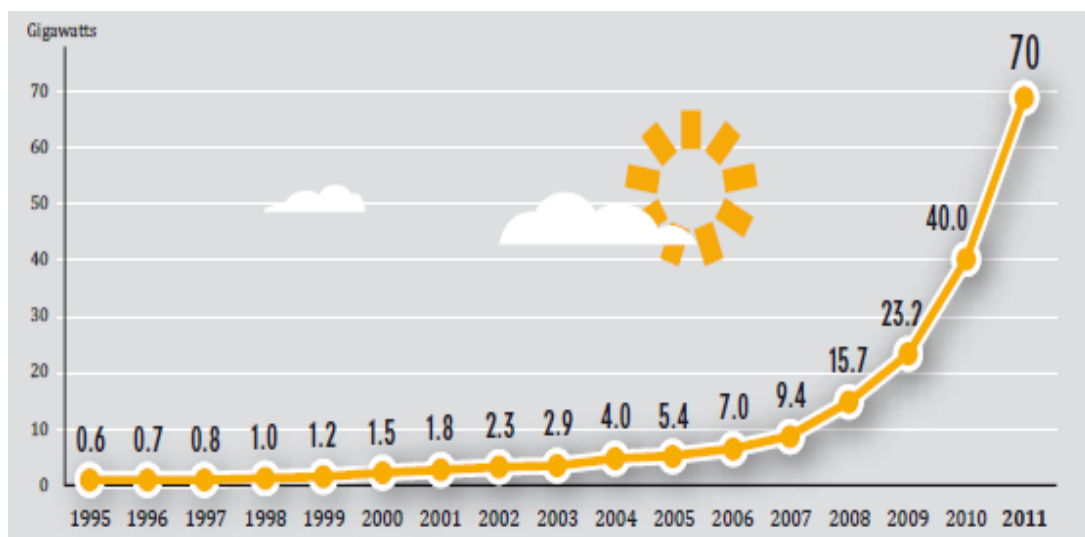
Podle odhadů amerických analytiků ze společnosti CleanEdge, solární energetika už v současné době již nyní začíná být konkurenceschopnou ve srovnání s tradiční energetikou na spotovém trhu špičkové elektrické energie USA. Například, v roce 2008 cena elektrické energie z fotovoltaických systémů byla 18-32 centy/kW, z koncentrátorových fotovoltaických systémů 14-23 centy/kW, ze špičkových plynových elektráren 8-30 centy/kW, na spotovém trhu elektrická energie byla nabízena za cenu 6-65 centy/kW.

Minimální cena křemíkových solárních modulů na velkoobchodním evropském trhu je 1250 EUR/kW, na americkém trhu 1700 USD/kW.

Požizovací cena solárních elektráren je pro energetické společnosti 3400 USD/kW, pro majitele domů 6500 USD/kW [23].

## 4.2 Konstrukční řešení energetických komplexů v solární energetice

Obrázek 10 zobrazuje dynamiku růstu instalovaného výkonu solárních energetických celků ve světě [24].

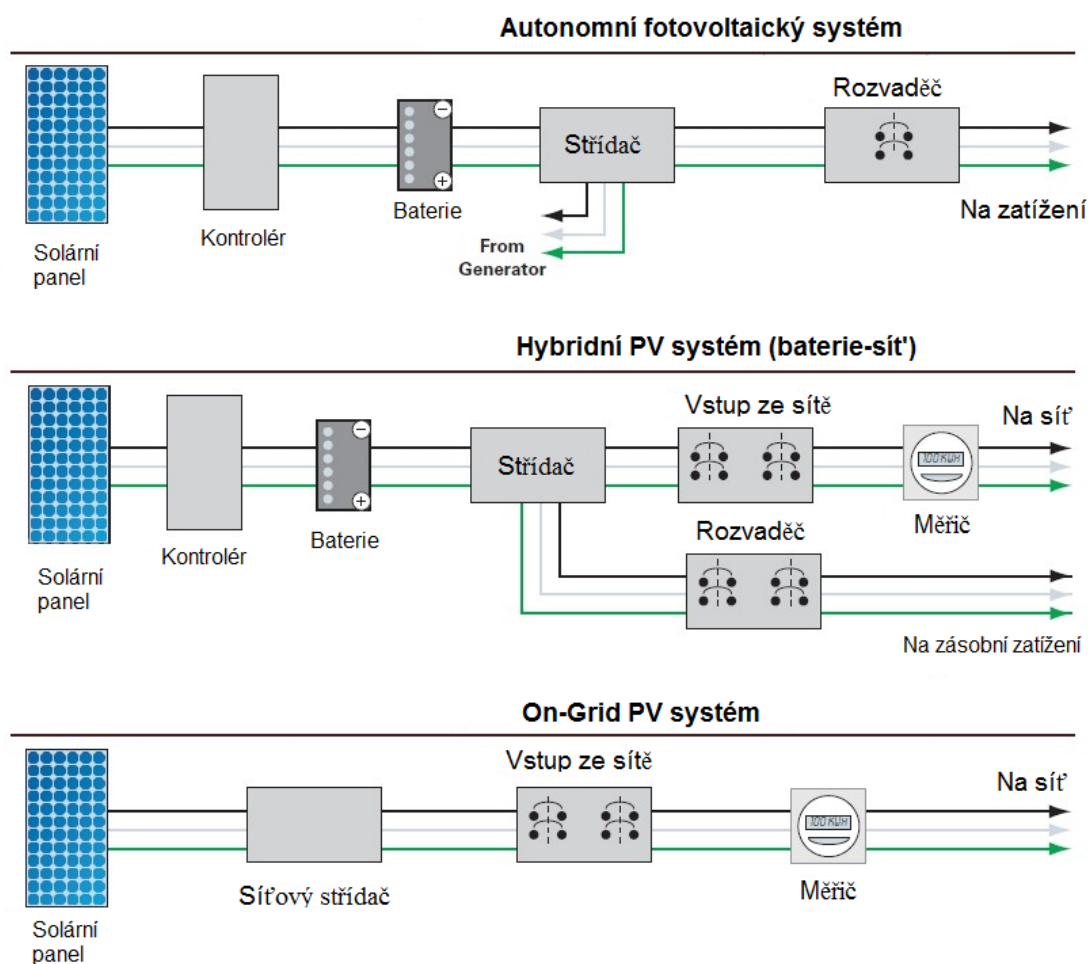


Obrázek 10 – Dynamika růstu instalovaného výkonu solárních zařízení ve světě [24].

Všechny existující ve světě konstrukce, materiály a technologie výroby solárních modulů zajišťují životnost modulů 20 let při provozu v regionech s tropickým klimatem a 25 let při provozu v regionech s mírným klimatem se ztrátou do 20 % výkonu na konci životnosti. Příčinou je ultrafialová a tepelná degradace optických polymerních těsnicích. Používaná v OZECX technologie laminování modulů zahrnuje vakuování, ohřev na 150 °C a lisování se spotřebou elektrické energie 80 000 kWh na výrobu 1 MW solárních modulů. Díky tomu životnost solárních modulů zdvojnásobila na 40-50 let, roste elektrický výkon, snižuje se spotřeba energie na výrobu modulů na 70000 kWh/MW. Kromě toho zdvojnásobení životnosti zvyšuje výrobu elektrické energie do 20 mil. kWh na 1 MW špičkového výkonu.

## 4.2.1 Základní konfiguraci solárních elektráren.

Existují 3 základní konfiguraci solárních elektráren. Druhy fotovoltaických energetických systémů jsou znázorněny na obrázku 11 [25].



Obrázek 11 – Typy fotovoltaických systémů

- 1) Autonomní fotovoltaický systém zcela nezávislý od distribuční elektrické sítě. S výjimkou některých speciálních aplikací, ve kterých energie z solárních panelů se používá bezprostředně spotřebiteli (například, vzdouvací zařízení, solární větrání apod.), všechny autonomní systémy mají obsahovat akumulátory. Energie od akumulátorů se používá při nedostatečném slunečním záření nebo kdy zatížení je větší než výroba elektřiny na solárních panelech.
- 2) Hybridní spojený se sítí fotovoltaický systém je podobný jako autonomní systém. V něm se také používají akumulátory, ale takový systém je taky napojen na

distribuční elektrické sítě. Proto přebytek energie ze solárních panelů může být přesměrován na zatížení nebo do sítě (k tomu jsou zapotřebí speciální invertory, které mohou fungovat souběžně se sítí, jsou často nazývány hybridní). Pokud spotřeba přesáhne výrobu elektřiny ze solárních panelů, chybějící energie je převzata ze sítě. Některé modely takových inverterů s nabíječkou mohou dávat přednost k nabíjení akumulátorů ze stejnosměrného zdroje (například, solárního kontroléru), čímž se sníží spotřeba energie ze sítě k dobíjení akumulátorů.

- 3) Bezbateriový spojený se sítí fotovoltaický systém je nejjednodušším ze všech systémů. Skládá se ze solárních panelů (nebo větrných turbín, nebo mikrohydroelektrárny) a speciálního invertoru, připojeného k síti. V takovém systému nejsou žádné akumulátory, proto je nelze použít jako záložní systémy. Při výpadku dodávky elektřiny se také zastaví výroba elektrické energie solárními panely. Toto může být omezením pro použití takového systému, ale jeho hlavní výhodou je vysoká účinnost, nízká cena (nejsou zapotřebí žádné akumulátory a inverter je levnější) a vysoká spolehlivost.

#### **4.2.2 Příklad kompletace autonomního fotovoltaického systému.**

Příklad kompletace autonomního fotovoltaického systému zásobování elektrickou energií objektu (3kW).

*Počáteční údaje:*

- Denní příjem energie 3 kWh (průměrné údaje pro Rusko);
- Příchod slunečního záření 4 kWh / m<sup>2</sup> za den (průměrné údaje pro evropské části Ruska od jara do podzimu);
- Maximální výkon - 3 kW;
- Pouze kompaktní zářivky nebo LED žárovky střídavého proudu používají pro osvětlení;
- Ve špičce (maximální zatížení), aby se zabránilo rychlému vybití akumulátoru, zahrnovalo benzín nebo diesel generátor;
- Generátor taky bude zahrnut v oblačném počasí, pokud je baterie vybitá na nižší provozní napětí;

Pokud chcete minimalizovat čas práce olejového generátoru, abych šetřili palivo solární elektrárna se bude skládat z prvků, s následujícími parametry:

- 1) Špičkový výkon solární baterie je 1000 W (až 5 kWh / den.);
- 2) Minimální jmenovitý výkon střídače - 3 kW s možností krátkodobého zatížení až 6 kW, vstupní napětí je 24 nebo 48;
- 3) Baterie s celkovou kapacitou 800 Ah (při napětí 12V) což vám umožní uložit až 4,5 kWh elektrické energie při 50% vybití baterie;
- 4) Regulátor nabíjení na proud až 40-50 A (při napětí 24 V);
- 5) Benzín nebo dieselgenerator (výkon 3-5 kW);
- 6) Nabíječka pro nabití baterie od benzínogenerátoru na proud až do 150 A (mohou být začleněny do střídače);
- 7) Kabely a spínací přístroje (přepínače, stroje, konektory, rozvaděče, atd.);

Pokud je možné zvýšení provozní doby dieselového generátoru, náklady na systém mohou být sníženy na úkor jeho časté spínání. V tomto případě je energie ze solární baterie bude použita pro napájení minimálního zatížení a generátor se bude zapínat několikrát za den (2 a více, v závislosti na zvolenou kapacitu baterie). Počáteční náklady na systém se sníží díky snížením špičkového výkonu solární baterie a snížením kapacity baterie.

*Tento optimální systém se může skládat z následujících komponentů:*

- 1) Solární panely s maximálním výkonem 300 až 400 W;
- 2) Střídače, výkonem 2-4 kW, vstupní napětí je 24V nebo 48V;
- 3) Baterií s celkovou kapacitou 400-600 Ah (při napětí 12 V);
- 4) Regulátor nabíjení na proudu až 40 - 50 A (při napětí 24 V);
- 5) Dieselgenerator (4,6 kW);
- 6) Nabíječka pro nabíjení baterie od benzínogenerátoru na proudu až 150A;
- 7) Kabely a spínací přístroje (Spínače, stroje, konektory, rozvaděče, atd.);

Je třeba vzít v úvahu, že současně se snížením celkových nákladů systému zvýší se provozní náklady vzhledem k větší spotřebě paliva.



### 4.2.3 Autonomní fotovoltaické energetické systémy

Lze vytvořit autonomní systém zásobování elektřinou s využitím solárních panelů různých typů. Nejjednodušší systém má na výstupu nízké stejnosměrné napětí (obvykle 12 nebo 24 V). Takové systémy slouží k napájení stejnosměrným napětím osvětlení a spotřebičů s malým příkonem.

Obvykle takové systémy se používají, jestli maximální vzdálenost od akumulátoru do nejdelšího napojeného spotřebiče je méně než 10-15 m a příkon je méně než 100 W.

Pokud zatížení překročí uvedené doporučené maximální hodnoty nebo spotřebiče elektřiny, jsou umístěné ve značné vzdálenosti od akumulátoru do systému, je třeba přidat invertor. V tomto případě lze napájet prakticky jakékoliv spotřebiče s celkovým příkonem, který nepřesahuje výkon invertoru.

- 1) *Systém zásobování elektřinou objektu s výstupem střídavého napětí na bázi fotovoltaického solárního panelu se skládá z:*
- 2) Solárních panelů požadovaného výkonu.
- 3) Kontroléru nabití akumulátorů, zabraňující jejich hlubokému vybíjení a přebíjení, které jsou škodlivé pro panely.
- 4) Akumulátorů.
- 5) Invertoru, který přeměňuje stejnosměrný proud na střídavý.
- 6) Energeticky efektivního zatížení střídavého proudu.

Pro zajištění spolehlivého napájení je vhodné použít záložní napájecí zdroj. Jako takový zdroj může být malý (2-6 kW) benzinový nebo diesellový elektrogenerátor. Začlenění takového záložního zdroje elektrické energie výrazně snižuje cenu na solární panely, protože není nutné je propočítávat na nejhorší možné podmínky (několik dní bez slunce, provoz přes zimu apod.)

Fotovoltaické systémy zásobování elektřinou spojené se sítí

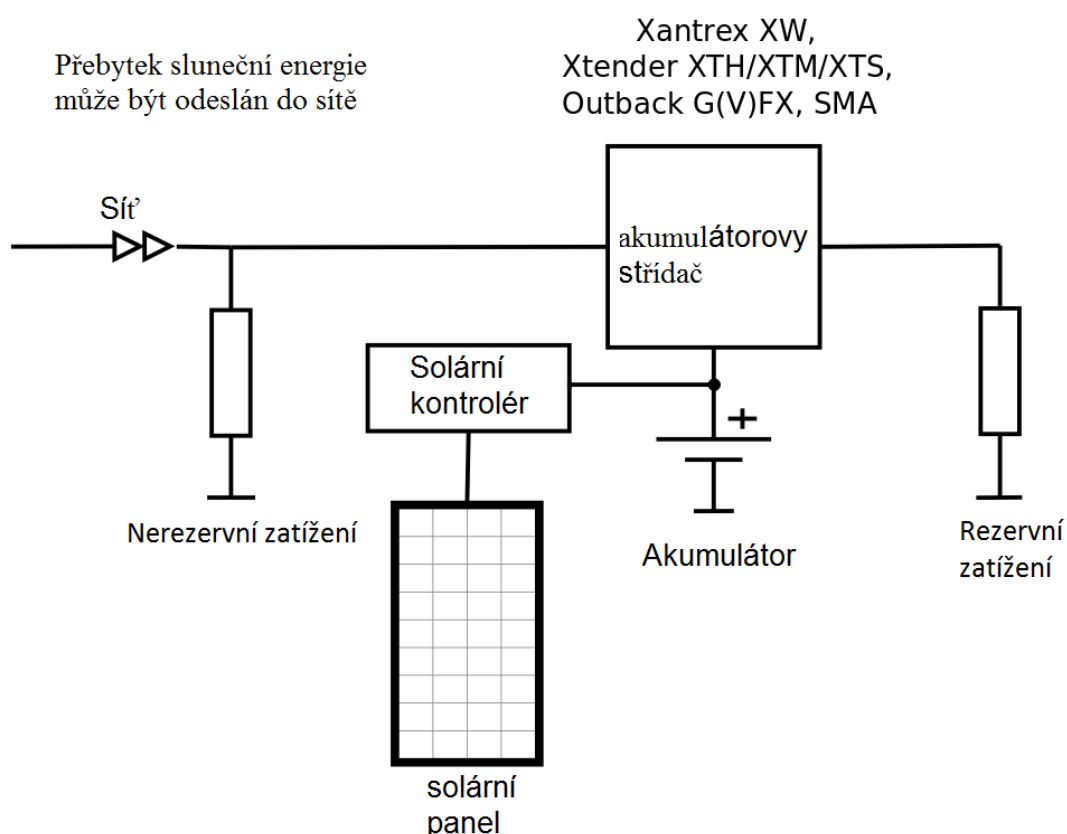
Akumulátorové fotovoltaické systémy záložního zásobování elektřinou

V tomto případě výkon invertoru se určuje na základě souhrnného příkonu spotřebičů, které je třeba napájet během výpadků sítě. Doba trvání výpadku napájecí rozvodné sítě určuje kapacitu akumulátorů, výkon solárního panelu, větrné turbíny,

záložního generátoru atd. V konečném důsledku chyby při projektování systému mají za následek nebo nadměrnou cenu systému, nebo neschopnost systému zabezpečit nepřetržitou dodávku energie. Pro maximálně efektivní fungování akumulátorového fotovoltaického systému spojeného se sítí musí být použit specializovaný inverter. *Jsou možné 3 varianty fungování systému:*

- 1) Solární panely prostřednictvím kontroléru nabití nabíjejí akumulátory a potom energie se prostřednictvím invertoru předává na spotřebiče nebo do sítě.
- 2) Solární panely předávají energii na síťový fotovoltaický inverter, na něho jsou napájeny spotřebiče, přebytek energie se předává na nabíjení akumulátorů, a pokud akumulátory jsou nabitě, přesměruje se do sítě.
- 3) Hybridní systém, zahrnující prvky obou výše uvedených typů.

Síťový fotovoltaický systém zásobování elektřinou s kontrolérem nabití stejnosměrného proudu je znázorněna na obrázku 12 [26].



Obrázek 12 – Síťový PV systém s regulátorem DC náboje [26].

Nejjednodušší a rozšířenou variantou je nabíjení akumulátorů ze solárních panelů prostřednictvím kontroléru nabití stejnosměrného proudu.

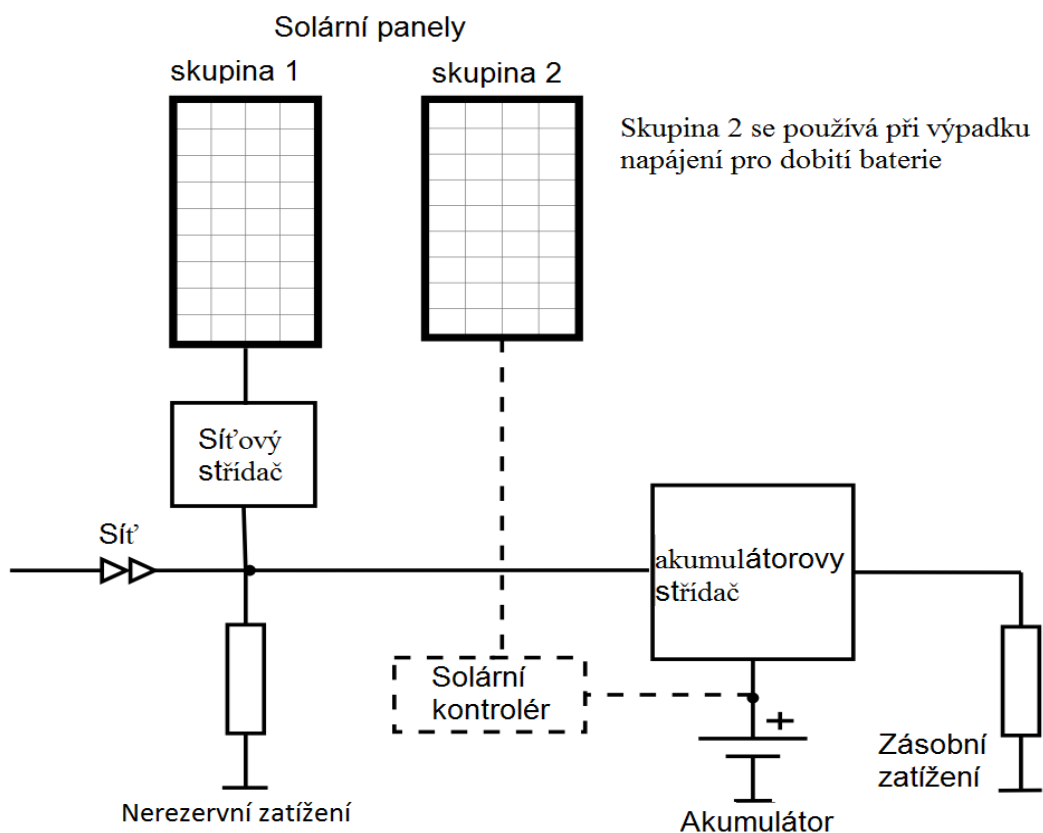
*Výhody:*

1. Možnost využití sluneční energie jak při napájení ze sítě, tak i během výpadku napájení.
2. Při dlouhodobém výpadku napájení z rozvodné sítě je možnost obnovení fungování při hlubokém vybití akumulátorů prostřednictvím nabíjení akumulátorů od solárních panelů.

*Nevýhody:*

1. Ztráty na dvojitou přeměnu solární elektrické energie - ztráty v kontroléru, v invertoru, částečně v akumulátorech.
2. Cyklické zatížení akumulátorů vede k jejich opotřebení, ale takový režim je jen při výpadcích napájení z rozvodné sítě, v obvyklém režimu akumulátory pracují ve vyrovnávacím režimu s dobou životnosti, blízké k servisní.

Fotovoltaický systém zásobování elektřinou se síťovým invertorem na vstupu jednotky nepřerušitelného napájení je znázorněn na obrázku 13 [26].



Obrázek 13 – Fotovoltaický systém zásobování elektrickou energií se síťovým střídačem na vstupu nepřerušitelného zdroje [26].

V této konfiguraci použít vysoce účinný síťový inverter. Pokud hlavní spotřeba solární elektrické energie je přes den, a výpadky napájení z rozvodné sítě jsou výjimečné a nejsou dlouhodobé, pak tato konfigurace je nejlevnější a nejefektivnější.

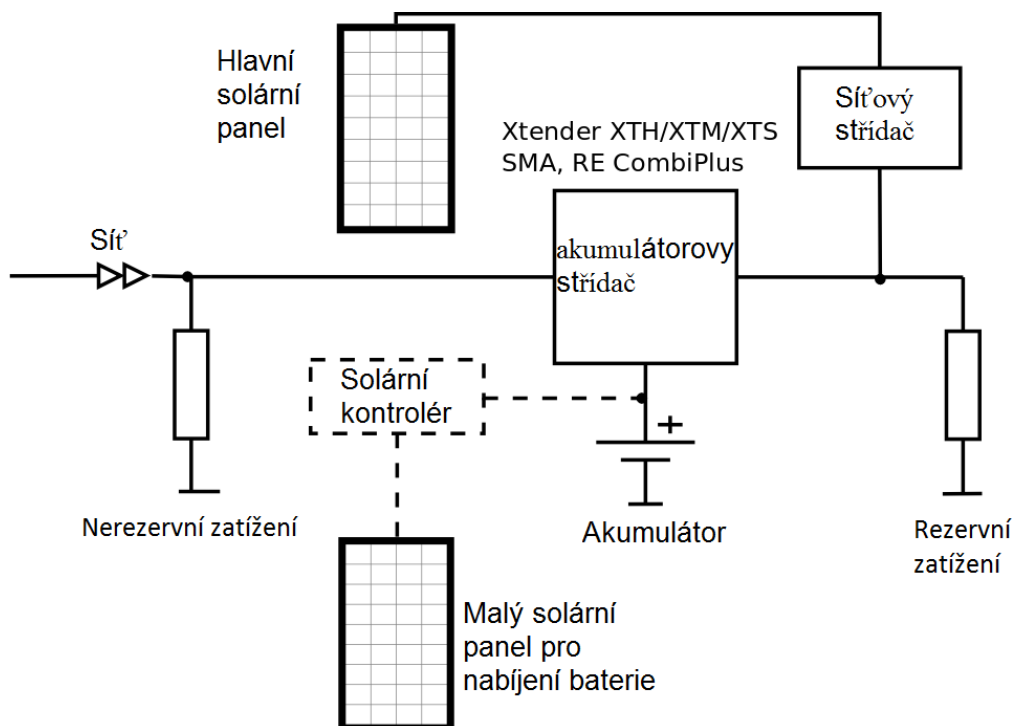
Výhody:

1. V takové konfiguraci mohou pracovat jakákoliv jednotka nepřerušitelného napájení a jakýkoliv síťový fotovoltaický inverter.
2. Výkon jednotky nepřerušitelného napájení se volí podle příkonu rezervovaného zatížení a nezávisí od výkonu solárních panelů. Výkon síťového invertoru může být jak více výkonu jednotky, tak i méně.
3. Akumulátory vždy jsou v nabitém stavu a pracují prakticky ve vyrovnávacím režimu a používají se jen při výpadcích napájení z rozvodné sítě.

Nevýhody:

1. Zastavení využití sluneční energie při poruchách v sítích.

FVE s síťovým invertorem na výstupu jednotky nepřerušitelného napájení je znázorněna na obrázku 14 [26].



Obrázek 14 – Fotovoltaický systém zásobování elektrickou energií se síťovým střídačem na výstupu nepřerušitelného zdroje [26].

V této konfiguraci také použít vysoce účinný síťový inverter. Odlišnost od předchozí konfigurace je v tom, že při výpadku napětí rozvodné sítě, solární panely i nadále dodávají elektřinu na rezervované zatížení a nabíjejí akumulátory.

Výhody:

1. Pokračování využití sluneční energie při poruchách rozvodné sítě zásobování elektřinou, tj. možnost využití sluneční energie jak při napájení ze sítě, tak i při výpadku napětí.
2. Vysoká účinnost využití energie od solárních panelů díky použití vysoce účinných síťových inverterů a snížení ztrát ze strany stejnosměrného proudu díky zvýšenému napětí solárního panelu.
3. Akumulátory vždy jsou v nabitém stavu a pracují prakticky ve vyrovnávacím režimu a používají se jen při výpadcích napájení z rozvodné sítě, a pokud není sluneční energie.

Nevýhody:

1. Nutnost použití speciálních jednotek nepřerušitelného napájení, které mohou nabíjet akumulátory z výstupu, a také směřovat přebytky sluneční energie do sítě.
2. Při dlouhodobém výpadku napájení z rozvodné sítě, a pokud není sluneční energie, jednotka nepřerušitelného napájení může se vypnout kvůli nízké úrovni nabití akumulátorů.

Využití síťových inverterů a zapojovacích schématu (obrázky 13 a 14) ve většině případů zvyšuje účinnost systému.

#### **4.2.3.1 Shrnutí:**

- 1) Fotovoltaické systémy jsou spolehlivé a bezakumulátorové systémy prakticky nevyžadují žádnou údržbu. Takové systémy také mají maximální účinnost využití energie ze solárních panelů - 90 až 98 %. Přitom síť může být použita jako bezplatný akumulátor prakticky nekonečné kapacity. Běžné akumulátory vyžadují pravidelnou výměnu a speciální likvidace. Uživatel je zodpovědný za řádnou likvidaci akumulátorů.

2) Pokud výpadky elektrické sítě jsou časté, tak do systému je třeba přidat akumulátory a jednotka nepřerušitelného napájení. Přidání do systému akumulátorů z jedné strany zvyšuje spolehlivost zásobování elektřinou, ale z jiné strany vyžaduje údržbu akumulátorů. Také, díky využití akumulátorů a bateriového invertoru se snižuje účinnost systému. Účinnost bateriových invertorů asi 85-92 %, a účinnost nabíjení-vybíjení kyselino-olovnatých akumulátorů je asi 80 % (20 % se ztrácí na ohřev akumulátorů během chemických reakcí). Lze trochu zvýšit účinnost nabíjení-vybíjení, jestli využívat akumulátory v režimu malých proudů. Ale jakmile akumulátory jsou nabité, veškerá energie ze solárních panelů se předává do sítě nebo k napájení zatížení na bateriový inverter - právě proto se zvyšuje účinnost fungování spojeného se sítě systému.

#### 4.2.4 Solární fotovoltaické systémy

*Solární fotovoltaické systémy výrobce společnost s ručením omezeným Solněčnyj potok (Sankt-Petěrburg)*

Odborníci společnosti OOO Solněčnyj potok spolu s odborníky fyzikálně technického institutu A.F.Ioffe byla vyvinuta řada parametrických koncentrátorových fotovoltaických celků s systémem sledování polohy slunce s instalovaným výkonem 0,9 kW, 3 kW, 6 kW a 10 kW. Každý fotovoltaický systém se skládá z koncentrátorových fotovoltaických modulů o rozměrech 983\*503\*70 mm, počet kterých se definuje instalovaným výkonem FVS, systému sledování polohy slunce (tracker), elektronického subsystému k zajištění odebrání maximálního výkonu a stabilizace výstupního napětí, a také řídicího systému.

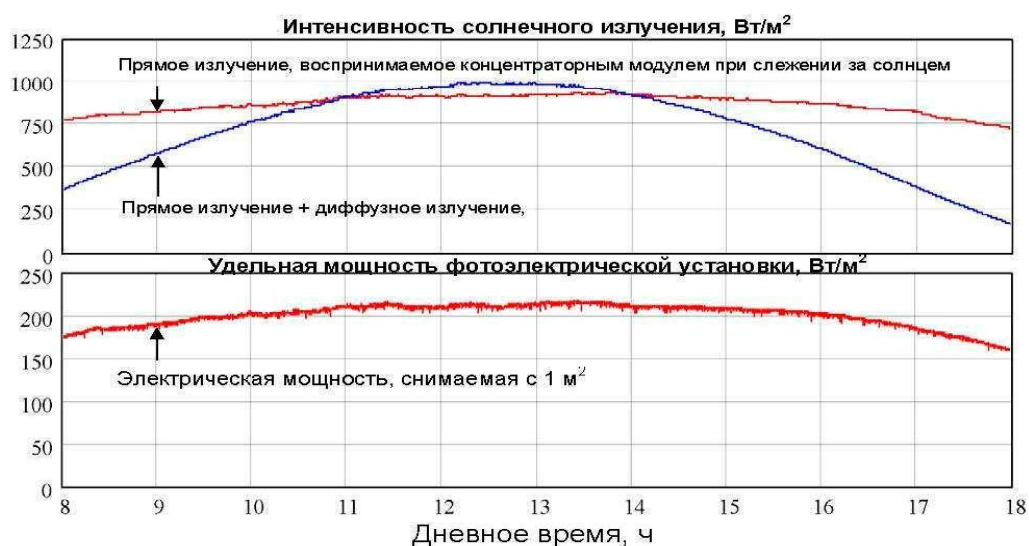
Díky větší účinnosti, lepší teplotní stability FVS zajišťuje 2,5-3 krát větší výrobu elektrické energie z jednotky plochy ve srovnání se stacionárními křemíkovými solárními panely. Fotovoltaický systém je plně automatizovaný. Autonomní ovládání systémem se provádí z elektronické řídicí jednotky, hlavní procesor, které naprogramován na splnění zadaného algoritmu fungování systému.

Technické charakteristiky FVS-8 s instalovaným výkonem 0,9 kW jsou uvedeny v tabulce 3 [27].

Tabulka 3 – Technické charakteristiky FVS-8 [27]

Charakteristika	Význam
Instalovaný (jmenovitý) výkon, kW	0,9
Typ zdrojů - generátorů	fotoelektrické převodníky KFVM-2
Typ proudu a hodnota napětí	DC, 24 V
Počet FV panelů, ks.	8
Účinnost %	37
Hmotnost, kg	455
Rozměry v rozložené poloze, m	3,7 x 2,5 x 3,1
Rozměry v přepravní poloze, m	3,4 x 0,6 x 1
Odhadovaná roční výroba elektřiny, MWh	1,8*
Životnost, roky	20**
Podmínky použití	Možnost výstavby a provozu v podmínkách permafrostu, záporných teplot (až -60 °C), přímořského podnebí, vichřice.
* Předpokládaná roční výroba uvedena pro klimatické podmínky m.Jakutsk ** Z předpokladu běžné údržby.	

Výkon, generovaný fotovoltaickým systémem, závisí od intenzity dopadajícího slunečního záření; závislost generovaného výkonu od intenzity dopadajícího přímého slunečního záření se blíží k lineární s koeficientem, který se rovná účinnosti fotovoltaického systému. Diagram výroby elektrické energie FVS-8 během dne je uveden na obrázku 15.



Obrázek 15 – Výroba elektrická energie FVS-8 během denních hodin [27].



Vnější vzhled FVS (výkonnost 1kW) – na obrázku 16.



Obrázek 16 – vnější vzhled FVS (výkonnost 1kW) [28].

Fotovoltaický systém může být použit jako autonomní napájecí zdroj nebo pro generování elektrické energie do vnější sítě. V prvním případě se systémem se dodává akumulátor, kontrolér nabití akumulátorů a řízení zatížení, výstupním invertorem (měnič DC/AC na normy sítě střídavého proudu s napětím 220 (380) V, s kmitočtem 50 Hz). V jiném případě se systémem se dodává výstupní inverter s funkcí synchronizace s vnější sítí.

Základní ekonomické parametry FVS-8 OOO Solněčnyj potok v cenách roku 2013 jsou uvedeny v tabulce 4 [28].



Tabulka 4 – Základní ekonomické parametry FVS-8 v cenách roku 2013 [28].

Parametr	Hodnota
Cena základního vybavením tis. Rub.	250
Cena projekční práce tis. Rub.	50
Cena instalaci a uvedení do práce, tis. Rub.	30
Odhadované náklady na dodávky z místa výroby (St. Petersburg) na území Ruské Federace, tis. rub. / 1000. km	20
cena údržby, tis. Rub.	5*
Trvalá údržba	2 krát za rok
Počet, kvalifikace a složení zaměstnanců	Trvalá zaměstnanost není potřeba. Servis v intervalech dvakrát ročně je realizován jediným pracovníkem.
Spolehlivost	Poskytuje bezchybný provoz fotovoltaických zařízení, včetně během roku, při dodržování provozních pravidel.
*Vyloučení cestovních nákladu a ubytování pracovníků.	

## 4.3 Energetické komplexy na bázi obnovitelných zdrojů energie

### 4.3.1 Autonomní energetické systémy OOO «Naučno-proizvodstvennaya firma «Vympel»

Autonomní energetické systémy «Vympel» určen pro nepřetržité napájení technologického zařízení komunikačních objektu, řídicích bodů, signalizace. Základní komplex skládá se ze zařízení, uvedených v tabulce 5. Je možné změnit počet, složení a vytváření energetických zařízení (s příslušnými balastními skříněmi) a akumulátorů v závislosti na konkrétních provozních podmínkách.

Tabulka 5 – Základní komplex autonomního energetického systému «Vympel» [32]

Název součásti komplexu	Jmenovitý výkon	Množství, ks	Podmínky použití			
			Okolní teplota		Relativní vlhkost (roční průměr)	Atmosférický tlak, kPa
			Horní °C	Dolní °C		
Větrný generátor	1kW	1	+50	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
Solární moduly	180 V (Výkon jednoho modulu)	10	+50	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
Baterie (800Ah)	---	1	+40	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
balastní skříň (Větrný generátor)	---	1	+50	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
balastní skříň (Solární moduly)	---	2	+50	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
Výkonové skříně	---	1	+50	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
Rozváděč	---	1	+50	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
Napájecí zařízení	---	1	+50	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
Elektronický modul	---	1	+40	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
Výkonový modul	---	1	+40	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7
Stavební a montážní sada	---	1	---	---	---	---
Blok ochranný proti korozi	---	1	+50	- 60	do 95% při teplotě 35 ° C	84 až 106,7

\*Při umístění do montážních modulů pod úroveň terénu a s použitím prostředků tepelnou ochrany.

Balastní skříně jsou ke sledování parametrů každého generátorů a pro zajištění potřebné úrovně napětí odstraněním nadbytečné energie do rezistoru, pokud baterie plně nabitá (viz tab 5).

#### 4.3.1.1 Solární fotovoltaické moduly

Solární fotovoltaické moduly instalují na montážní sloupy pro jejich orientace vzhledem k jižní polokouli oblohy a při existenci slunečního světla slouží k nabíjení trakčních akumulátorů. Na každý sloup se montují pět solárních modulů a vyrovnávací skříně. Počet a výkon modulů se volá na základě příkonu zařízení objektu. V základním balíčku autonomního energetického komplexu se předpokládá 10 solárních modulů KSM-180 výrobce - společnost OOO NPP Kvant se jmenovitým výkonem 180 W každý. V závislosti na konkrétních podmínkách provozu a příkonů odběratelů v autonomním energetickém komplexu Vympěl také mohou být použity jiné značky modulů, zejména PSM 2-40 (výrobce - akciová společnost OAO Rjazanskij závod mětallokeramičeskich priborov, Rjazaň) a NT-R5E3E (SHARP). Vše shora uvedené moduly vyrobené na bázi monokrystalického křemíku. Základní charakteristiky solárních modulů KSM-180, NT-R5E3E a PSM 2-40 jsou uvedeny v příloze B.

#### 4.3.1.2 Uložení energie v autonomním energetickém komplexu

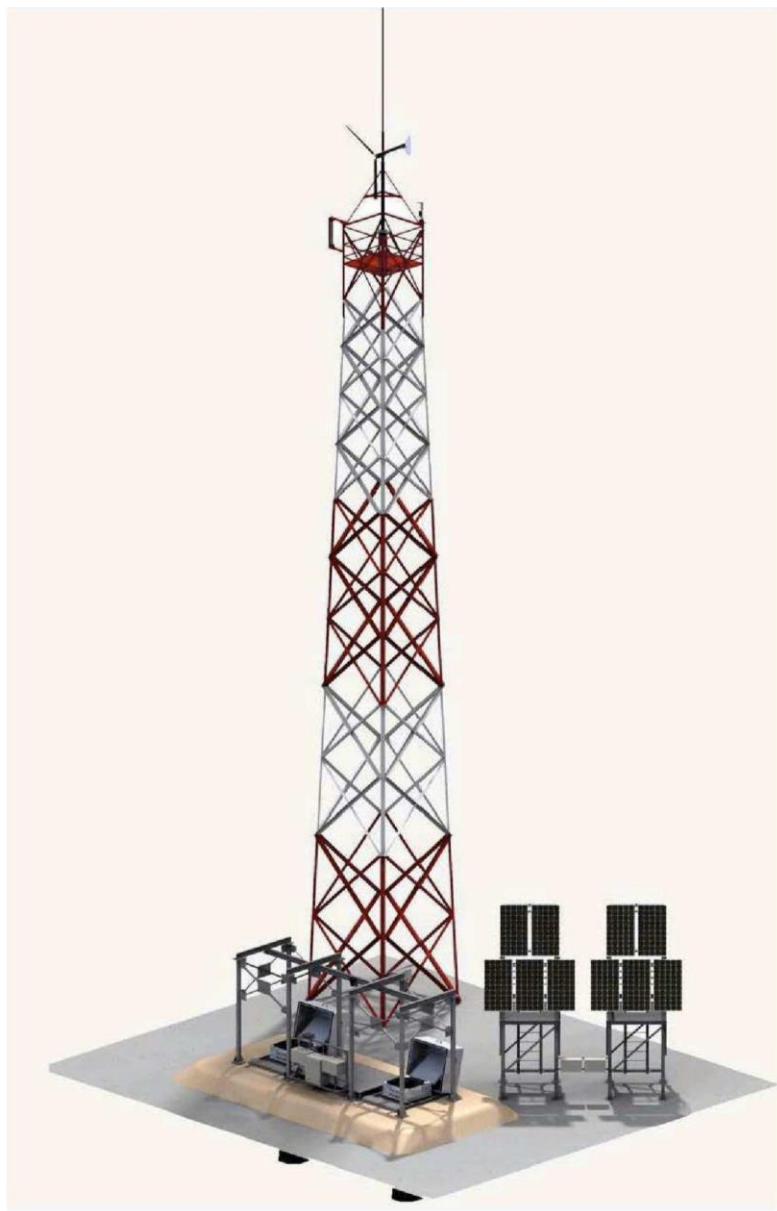
Jednotkou pro uložení energie v autonomním energetickém komplexu je sestava akumulátorů, která se skládá z článků se jmenovitým napětím 2 V (akumulátor Sonnenschein). Kapacita a počet se určuje potřebou objektu po elektrické energii, v základním vybavení komplexu kapacita jednotky akumulátorů je 800 Ah. V autonomním energetickém komplexu Vympěl mohou být použity akumulátory následujících značek a typů: Sonnenschein 7 OPzV 490, 8 OPzV 800, 12V 3 OPzV 150; HAZE HZB12-150FA; FIAMM FG 24204, FG 21202 aj.

Používané akumulátory nevyžadují žádnou údržbu během doby jejich provozu, mají nízký úroveň uvolňování plynu, což umožňuje jejich provoz ve výrobních prostorech s pracujícím personálem a elektrickým zařízením. Akumulátory mohou být provozovány jak

v režimu stejnosměrného dobíjení, zabezpečuje v nouzových případech celé zatížení stejnosměrného proudu, tak i v cyklickém režimu: vybíjení-nabíjení.

Sestava akumulátorů se skládá z proudového modulu pro kontrolu proudu nabíjení/vybíjení, teploty akumulátorů a přenosu dat do softwarového a hardwarového komplexu prostřednictvím rozhraní RS 485. Celkový pohled na autonomní energetický komplex (AEK) Vympěl v základní verzi je znázorněn na obrázku 20.

Autonomní energetický komplex Vympěl je vhodné používat pro zaručené zásobování elektřinou odběratelů požadované kategorie objektů těžby, transportu a distribuce plynu, včetně, systémů telemechaniky, komunikačních prostředků, regulačních a měřících stanic, signalizace. Dodávka energie vzdáleným od elektrické rozvodné sítě odběratelům, a také odběratelům podél dálkových plynovodů, pomocí těchto autonomních energetických komplexů dovoluje výrazně snížit kapitálové a provozní náklady na výstavbu dlouhého přenosového vedení, technologické připojení na místní elektrické sítě, zvýšit spolehlivost zásobování elektřinou a záruku dodávek plynu spotřebitelům a podstatně snížit ztráty elektrické energie jak při přenosu, tak i na etapy přeměny na požadovanou úroveň napětí. Využití autonomního energetického komplexu Vympěl pro autonomní odběratelé jako hlavního napájecího zdroje dovoluje snížit spotřebu zdrojů energie (motorové nafty, zemního plynu) na vlastní potřeby, podstatně snížit náklady na zakoupení a dopravu dováženého paliva do vzdálených oblastí a uvolnit dodatečné objemy plynu uvolnit dodatečné objemy plynu pro dodávku na trh (při jeho využití jako zdroje energie na vlastní potřeby).



Obrázek 17 - Celkový pohled na autonomní energetický komplex (AEK) Vympěl v základní verzi [32] .

#### 4.3.1.3 Automatizovaný řídicí systém autonomního energetického komplexu Vympěl

Automatizovaný autonomní energetický komplex (AEK) Vympěl, který se skládá z větrného generátoru, solárních modulů a sestavy akumulátorů (základní provedení), se dodává spolu s automatizovaným systémem řízení technologických procesů.

*ASŘTP autonomního energetického komplexu Vympěl vykonává:*

- výběr optimálního režimu uložení a spotřeby energie prostřednictvím akumulátorů s přihlédnutím na požadavky technologického procesu a specifiky fungování obnovitelných zdrojů energie;
- monitorování klimatických faktorů;
- dálkové ovládání režimy nabíjení jednotky akumulátorů;
- dálkové měření parametrů zdrojů energie z komplexu a předává jejich do systému telemechaniky prostřednictvím rozhraní RS 485:
  1. napětí na akumulátorech;
  2. stupeň nabití akumulátorů;
  3. proud nabíjení na akumulátorech;
  4. výstupní napětí z obnovitelných zdrojů;
  5. výstupní proud z obnovitelných zdrojů a akumulátorů;
  6. vyrovnávací proud obnovitelných zdrojů;
  7. teplota ve vyrovnávacích skříních;
  8. teplota radiátorů ve vyrovnávacích skříních;
  9. směr a rychlost větru;
- ochrana kovových konstrukcí proti korozi a monitorování parametrů:
  1. ochranný potenciál konstrukce ve srovnání s porovnávací nepolarizovanou elektrodou;
  2. výstupní napětí jednotky ochrany proti korozi a monitorování (BKZM-Š);
  3. výstupní proud jednotky ochrany proti korozi a monitorování (BKZM-Š);
- předává do systému telemechaniky parametry dálkové signalizace:
  1. otevírání vyrovnávacích, silových, spínacích, napájecích skříní;
  2. nízký stupeň nabití akumulátorů;
  3. brzdění větrného generátoru;
  4. stav jističů v silové skříní;

## 5 Využití OZE v OAO Gazprom

Plynovodní systém Ruska má délku více než 160 tis. km a zpravidla se vyznačuje značnou vzdáleností od výrobců materiálně-technických zdrojů, nedostatečně rozvinutou dopravní, energetickou, sociální a tržní infrastrukturou, velkou délkou úseků v podmínkách drsného klimatu a v podmínkách permafrostu, bažinatých oblastí a vysočiny, velkou rozlohou vodních ploch a počtem přechodů přes vodní překážky.

Na dálkových plynovodech je velký počet odběratelů podél plynovodu a autonomních odběratelů elektrické energie, spolehlivost zásobování elektřinou, kterých do značné míry určuje účinnost transportu plynu spotřebitelům. V současné době dodávka energie odběratelům podél plynovodu a autonomním odběratelům převážně se provádí od rozvodného vedení s napětím 10(6) kV, což je spojeno s podstatnými náklady na výstavbu a provoz systému zásobování elektřinou, zejména těch, které se nachází v obtížných přírodních a klimatických podmínkách.

V posledních letech na objektech plynového dopravního systému širší uplatnění mají nouzové zdroje napájení, včetně fungujících na bázi využití OZE. Avšak zkušenosti provozu systému zásobování elektřinou objektů OAO Gazprom na bázi OZE ukazují, že v řadě případů takové systémy a zařízení funguje neefektivně, a tím snižuje spolehlivost zásobování elektřinou odběratelů podél plynovodu a autonomních odběratelů elektrické energie. To v první řadě souvisí s neexistencí moderní předpisové základny pro odůvodněný výběr konstrukčních řešení a zařízení pro systémy dodávky energie objektů OAO Gazprom, využívajících pro fungování OZE a nekonvenční uhlovodíkové zdroje.

### 5.1 Výběr variantů systémů dodávky energie objektů OAO Gazprom na bázi využití obnovitelných zdrojů energie a netradičních uhlovodíkových zdrojů

Spolehlivý a hospodárný provoz všech technologických objektů OAO Gazprom do značné míry se určuje fungováním používaných energetických zařízení, jejich technickými a

ekonomickými charakteristikami. Selhání energetických zařízení za podmínek drsného klimatu severských regionů (systém zásobování elektřinou, kotlové zařízení, zařízení rozváděčů vysokého a nízkého napětí, systémy nepřerušitelného napájení aj.), mohou způsobit značné škody ve výrobní činnosti, a také vážné problémy v zabezpečení podmínek životní činnosti obsluhy a nedotčenosti výrobních objektů.

Právě proto do popředí vystupuje požadavek objektivního posouzení v první řadě technických parametrů a charakteristik energetických zařízení, jejich soulad s podmínkami provozu na objektech OAO Gazprom a federálními normám průmyslové bezpečnosti, které budou realizovány zavedením systému výběru a osvědčení energetických zařízení.

*Výběr (a osvědčení) energetických zařízení má následující cíle:*

- zabránění využití na objektech OAO Gazprom energetických zařízení, které neodpovídá požadavkům a podmínkám použití, a také požadavkům průmyslových standartů a státních norem;
- úsporu nákladů díky centralizaci práce z výběru a osvědčení zařízení;
- zabránění finančním ztrátám OAO Gazprom, podmíněných zakoupením energetických zařízení, které podle technických parametrů odpovídá podmínkám použití a normám;
- vytvoření databáze energetického zařízení zahraniční a domácí výroby, povoleného k využití na objektech OAO Gazprom a databáze výrobců.

Energetické zařízení používá se na všech zařízeních výrobního cyklu: vrtání, těžba, zpracování a transport plynu. To do značné míry určuje účinnost a spolehlivost fungování těchto provozů a jejich infrastruktury. Proto rozhodovací proces o použití energetických zařízení na objektech OAO Gazprom je založen na prioritním využití technických a provozních parametrů a charakteristik zařízení před ostatními ukazateli.



## 5.2 Zkušenosti použití obnovitelných zdrojů energie pro zásobování elektřinou odběratelů podél dálkových plynovodů

### 5.2.1 Společnost OOO Gazprom transgaz Sankt-Petěrburg

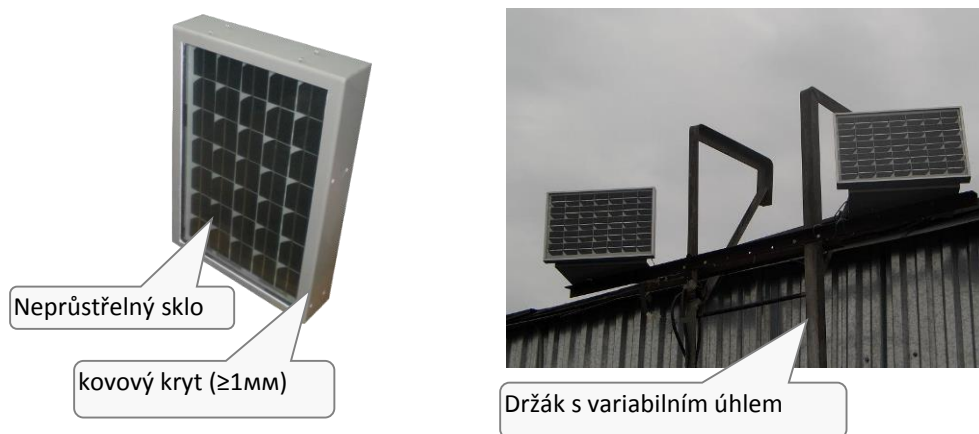
Příkladem využití OZE a inovačních energetických technologií na kontrolním stanovišti telemechaniky je využití větrných turbín a solárních panelů.

Větrná turbína Briz-5000 s výkonem 5 kW jako součást blokové elektrárny BKES-00-0-9.1 uvedena do provozu v roce 2008 jako hlavní napájecí zdroj. Vzhledem k nízkému větrnému zatížení a nízkému výkonu, generovanému větrnou turbínou, v současné době větrné turbíny se používají jako záložní napájecí zdroj, a jako hlavní zdroj je elektrické vedení podél plynovodu.

Perspektivním směrem využití OZE je zavedení kontrolních stanovišť telemechaniky s malou spotřebou, určených pro dálkovou mechanizaci objektů při výpadku síťového napětí ~ 220 V.

Využití kontrolních stanovišť s malou spotřebou dovoluje snížit spotřebu elektrické energie asi 2 krát ve srovnání s tradiční variantou. Využití nouzového zdroje napájení, například, solárních panelů dovoluje provozovat kontrolní stanoviště s malou spotřebou bez dodatečného dobíjení akumulátorů, včetně na podzim a v zimě. Při napájení kontrolního stanoviště s malou spotřebou od lithiové baterie s kapacitou 600-800 Ah doba autonomního fungování je 2-4 roky.

Solární panely se montují na střeše blokového boxu nebo na ojedinělém stožáru. Příklad montáže solárních panelů znázorněn na obrázku 21.



Solární panel odolný proti mechanickému poškození

Obrázek 18,19 - Příklad instalace solárních panelů [32].

## 5.2.2 Společnost OOO Gazprom dobyča Jamburg

V OOO Gazprom dobyča Jamburg mají velké zkušenosti provozu OZE, které se skládají ze systémů telemechaniky (telemetrie) neelektrifikovaných úseků plynových vrtů objektů jamburského naleziště zemního plynu.

*Dodávka energie odběratelům se provádí od autonomních energetických komplexů Vympěl, který se skládá z:*

- větrného generátoru VG-01.AIR-X (Whisper 200, AIR Breeze);
- solárního panelu PSM-2-40;
- termoelektrického generátoru TEG-01;
- sestavy akumulátorů FIAMM FG-24204, FIAMM FG-2102 a 70PzV490 SONNENSCHNEIN;
- Výrobce zařízení - akciová společnost OAO NPF Vympěl (město Saratov). Na objektech OOO Gazprom dobyča Jamburg smontováno asi 120 komplexů;

*Základní technické charakteristiky komplexu Vympěl:*

- výstupní napětí - 24 V;
- kapacita sestavy akumulátorů - od 40 do 3200 Ah;
- maximální výstupní proud sestavy akumulátorů - od 80 do 120 A;
- počet solárních modulů - od 2 do 10 ks;

- maximální výkon solárních modulů,  $180 \times n$  W (kde n- počet solárních modulů);
- výkon větrného generátoru (při rychlosti větru 11,6 m/s) - od 40 do 3000 W;
- startovací rychlost větrného generátoru - 3,4 m/s;
- rychlost bouřlivého větru na větrném generátoru - maximálně 55 m/s;
- průměrná měsíční vygenerovaná elektrická energie během nejméně příznivého období v regionech extrémního severu – 110 kWh;
- průměrná měsíční vygenerovaná elektrická energie během nejméně příznivého období v centrálním regionu Ruska - 145 kWh;

### 5.3 Analýza struktury spotřeby zemního plynu na vlastní potřeby v OOO Gazpromtransgaz Sankt-Petěrburg.

Analýza struktury spotřeby zemního plynu na vlastní potřeby v OOO Gazpromtransgaz Sankt-Petěrburg v roce 2012, ukazují, že asi 66,5 % (691007 tis. m<sup>3</sup>) z celkového objemu plynu, používaného k zabezpečení vlastních potřeb (1,038 mld. m<sup>3</sup>), se spotřebovává v kompresorových jednotkách (KJ) a na kompresorových stanicích (KS), včetně 65,8 % (683199 tis. m<sup>3</sup>) – ke stlačení plynu. Kromě toho, 3,9 % (40303 tis. m<sup>3</sup>) se spotřebovává na potrubní části dálkových plynovodů na vypouštění při provozním čištění, diagnostice potrubních systémů, při provedení oprav a rekonstrukce, přivařování odboček a přípojek. Asi 2 % (21001 tis. m<sup>3</sup>) plynu z celkové spotřeby OOO Gazpromtransgaz Sankt-Petěrburg se používá na předávacích stanicích plynu, přitom největší spotřeba plynu (1,7 %) spojená s ohřevem plynu před regulátory tlaku. Kromě jiné spotřeby plynu na vlastní potřeby – 0,8 % se používá v kotelnách na výrobu tepla; 0,7 % – na elektrárnách pro výrobu elektrické energie na vlastní potřeby; méně než 0,1 % – na měřicích stanicích plynu. Je třeba poznamenat, že značný podíl ztrát plynu je v plynovém dopravním systému, které činí asi 26 % (**270030** tis. m<sup>3</sup>) z celkové spotřeby plynu na vlastní potřeby v OOO Gazpromtransgaz Sankt-Petěrburg v roce 2012.

Tak provedená analýza ukazuje, že největší objemy spotřebovaného podnikem plynu se používají na KJ a KS a spojená se stlačením plynu. Také existující plynový dopravní systém se vyznačuje velkými ztrátami plynu.

Spotřeba plynu, spojená s výrobou tepla a elektrické energie na technologické potřeby a netechnologické cíle, činí 3,2 % z celkového objemu spotřeby zemního plynu společností zabývajících se distribucí a dodávkou plynu v roce 2012.

V podniku OOO Gazprom transgaz Nižnij Novgorod tento ukazatel v roce 2012 činil 18906 tis. m<sup>3</sup> plynu, včetně 11166 tis. m<sup>3</sup> bylo spotřebováno v kotelnách na výrobu tepla, 7740 tis. m<sup>3</sup> zemního plynu bylo spotřebováno na elektrárnách pro výrobu elektřiny na vlastní potřeby. Tyto objemy jsou srovnatelné s objemy plynu, spotřebovaného v kotelnách a na zásobování elektřinou na vlastní potřeby OOO Gazpromtransgaz Sankt-Petěrburg.

Za předpokladu, že průměrná spotřeba plynu, spojená s výrobou tepla a elektrické energie, je 3÷5 % z celkového objemu spotřeby zemního plynu na vlastní technologické potřeby a netechnologické cíle při fungování plynového dopravního systému a na jiných objektech OAO Gazprom, tj. více než 1,02÷1,7 mld. m<sup>3</sup>/rok. Pak nahrazení jen 20 % (v technicky a ekonomicky odůvodněném objemu) tradičních energetických systémů, využívajících zemní plyn na vysoce účinné energetické systémy na bázi OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů, dovolí uvolňovat ročně až 0,2÷0,34 mld. m<sup>3</sup> plynu, které mohou být hodnoceny v 0,76÷1,29 mld. rublů při průměrné velkoobchodní ceně prodeje plynu na tuzemském trhu 3781,54 rublů/1000 m<sup>3</sup> (bez DPH).

Technické charakteristiky a režimy fungování typových objektů odběratelů OAO Gazprom podél plynovodu uvedeny v příloze A. Údaje o měsíční spotřebě elektrické energie, získané od dceřinných společností zabývajících se distribucí, dodávkou a těžbou plynu mateřské společnosti OAO Gazprom (OOO Gazprom transgaz Moskva, OOO Gazprom transgaz Sankt-Petěrburg, OOO Gazprom transgaz Uchta, OOO Gazprom dobyča Jamburg, OOO Gazprom transgaz Nižnij Novgorod), jsou uvedeny v příloze A.

Analýza poskytnutých údajů ukazuje, že většinou odběratelů podél plynovodu jsou odběratelé elektrické energie třífázového a jednofázového střídavého proudu s kmitočtem 50 Hz a napětím 380/220 V. Jsou také odběratelé stejnosměrného napětí, hlavně to jsou bezobslužné regenerační stanice a bezobslužné zesilovací stanice.

Dovolené odchylky kmitočtu v závislosti od typu odběratelů kolísá v mezích ±0,2 Hz, ±0,4 Hz, ±0,8 Hz, ±1 Hz, ±5 Hz. Větší odchylky kmitočtu (více než ±5 Hz) jsou přípustné pro odběratele, které se vyznačují nízkou citlivostí na kolísání kmitočtu, například, blokové boxy

elektrochemické protikorozní ochrany seskupení plynových vrtů (podle odhadů OOO Gazprom dobyča Jamburg).

Dovolené odchylky napětí také závisí od typů odběratelů a většinou činí  $\pm(5\div 10)$  %, v jednotlivých případech – až plus 15% ÷ minus 25 %.

Instalovaný výkon odběratelů elektrické energie střídavého proudu kolísá v mezích od několika desítek wattů (telemechaniky seskupení plynových vrtů OOO Gazprom dobyča Jamburg) do stovek kilowattů (předávací stanice plynu velkého výkonu OOO Gazprom transgaz Moskva, OOO Gazprom transgaz Nižnij Novgorod). Většinou průměrný instalovaný výkon odběratelů nepřesahuje 30-40 kW.

*Roční (v roce 2012) spotřeba elektrické energie odběrateli podél plynovodu dceřinných společností zabývajících se distribucí a dodávkou společnosti OAO Gazprom:*

- OOO Gazpromtransgaz Moskva: od  $8,5 \cdot 10^3$  kWh (meziproduktové radio reléová stanice) do  $437,8 \cdot 10^3$  kWh (měřicí stanice plynu velkého výkonu);
- OOO Gazprom transgaz Sankt-Petěrburg: od  $52,6 \cdot 10^3$  kWh (jeřábové platformy) do  $525,6 \cdot 10^3$  kWh (měřicí stanice plynu);
- OOO Gazpromtransgaz Uchta: od  $6,5 \cdot 10^3$  kWh (stanice katodové ochrany) do  $30,9 \cdot 10^3$  kWh (meziproduktové radioreléová stanice) [31].

Provedená analýza poskytnutých výchozích údajů potvrzuje účelnost využití energetických systémů na bázi OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů malého a středního výkonu pro zásobování elektřinou odběratelů OAO Gazprom podél plynovodu při odpovídajícím technicko-ekonomickém odůvodnění.

## 6 Stanovení základních provozních a ekonomických ukazatelů energetických komplexů na bázi obnovitelných zdrojů energie a netradičních uhlovodíkových zdrojů

K dnešnímu dni v Rusku využití fotovoltaických systémů ekonomicky odůvodněné jen při elektrifikaci vzdálených autonomních objektů. Proto je ekonomicky výhodné používat fotovoltaické systémy jen tam, kde ještě nejsou rozvodné sítě.

### *Sluneční energie*

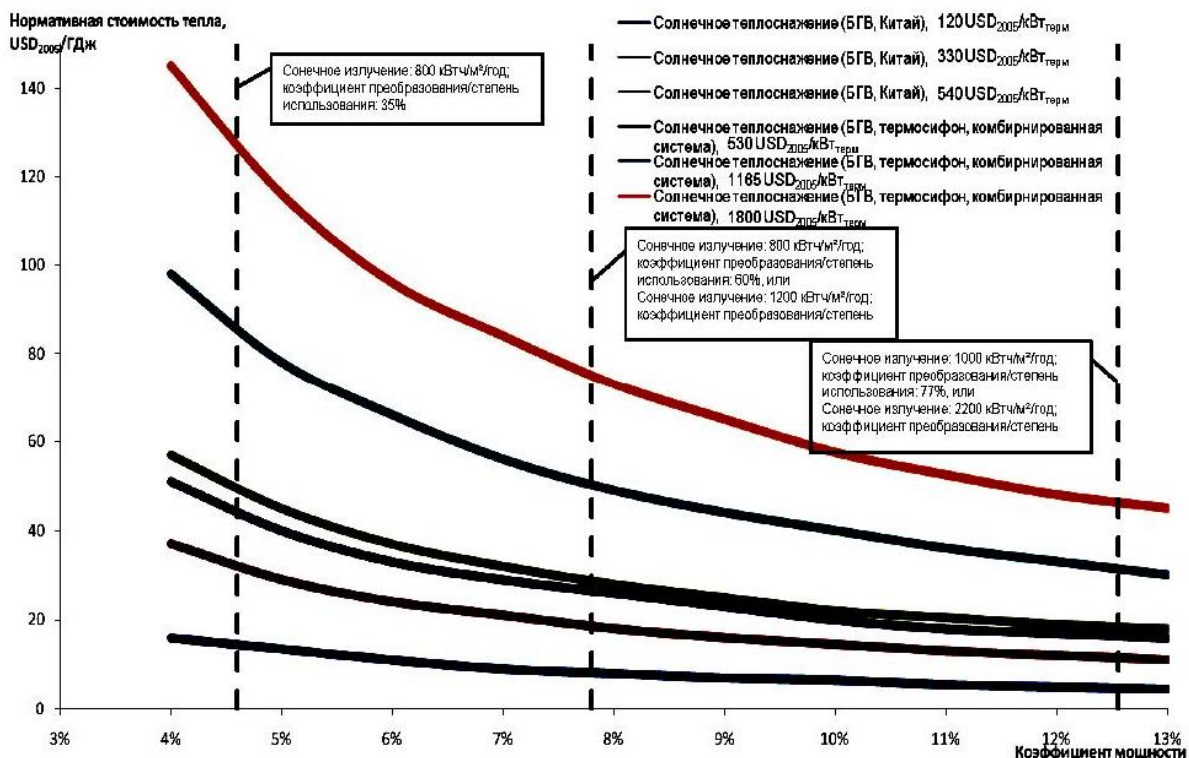
Cenové ukazatele využití sluneční energie se značně liší, ale za posledních třicet let byly podstatně sníženy, přičemž výrazně závisí na technologii, oblasti aplikace, místě realizace projektu a jiných faktorech. Technické úspěchy a opatření státní podpory dovolují se spoléhat na další snížení cen. Neustálé zdokonalování a inovační technologie i nadále budou velmi výrazně ovlivňovat úroveň využití sluneční energie [33].

### 6.1 Tepelná sluneční energie

Investiční výdaje na solární systémy zásobování teplem se značně liší v závislosti na náročnosti používané technologie, a také tržních podmínek v zemích jejich provozu. Náklady na instalování systému se mění v rozmezí od 83 USD/m<sup>2</sup> pro systém solárního ohřevu vody v Číně do více než 1200 USD/m<sup>2</sup> v jiných zemích. Normovaná cena tepelné energie (NCT) zahrnuje široký rozsah kolísání investičních výdajů a závisí na ještě větším počtu proměnných, včetně na konkrétním typu systému, investičních výdajích na tento systém, stávajícím v konkrétním místě slunečním záření, účinnosti přeměny tohoto systému, operačních nákladech, strategii využití systému a používané diskontní sazby.

Na obrázku 23 znázorněna závislost NCT na změně koeficientu využití instalovaného výkonu (KVIV). Na tomto obrázku znázorněno, že pro systém solárního ohřevu vody v rozmezí cen 1100-1200 USD/kW<sub>tepl.</sub> a koeficientech přeměny asi 40 %, NCT je v mezích od 30 USD/GJ do 50 USD/GJ v regionech, srovnatelné s oblastmi ve střední a jižní Evropě, a dosahuje skoro 90 USD/GJ v regionech s menší intenzitou slunečního záření. Není

překvapující, že odhady NCT silně závisí na všech parametrech, znázorněných na obrázku 23, včetně investiční výdajů a koeficientů KVIV [33,34].



Obrázek 20 – závislost NCT na investiční výdajů a koeficientů KVIV [33,34]

Za poslední desetiletí na každých 50 % zvětšení instalovaného výkonu solárních ohřivačů vody v Evropě investiční výdaje se snížily o 20 %.

Podle odhadů Mezinárodní energetické agentury (MEA), další snížení výdajů na solární systémy pro zásobování teplem v zemích Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OHSR) bude zabezpečeno díky využití levnějších materiálů; efektivnějších výrobních procesů; hromadné výroby solárních kolektorů a bezprostředního zapojení kolektorů do konstrukce budov. Solární kolektory budou použity jako multifunkční stavební a modulární snadno montovatelné systémy. Podle prognóz MEA cena dodávky solární energie se v zemích OHSR nakonec sníží asi o 70÷75% [33].

## 6.2 Výroba elektrické energie pomocí fotovoltaických článků

Za posledních 30 let ceny na fotovoltaické články se snížily více než 10 krát; současně aktuální cena NCE, získané pomocí fotovoltaických článků, zatím ještě je zpravidla vyšší než velkoobchodní tržní ceny na elektrickou energii. V některých oblastech aplikace systému

fotovoltaických článků již jsou konkurenceschopné s jinými místními alternativními varianty (například, dodávka energie v některých zemědělských regionech rozvojových zemí) [33].

Normovaná cena elektrické energie (NCE), získané pomocí fotovoltaických článků značně závisí na ceně jednotlivých komponentů systému, přitom nejdražší je modul fotovoltaických článků. Hodnotu NCE ovlivňují výdaje na komponenty základního vybavení (ZV), ceny montážních prací, nákladů na provoz a údržbu (PÚ), faktoru místa a koeficientu výkonu, a také na používané diskontní sazby [33].

Cena na moduly fotovoltaických článků se snížila z 22 USD/W v roce 1980 na méně než 1,5 USD/W v roce 2010. Cena v USD/W pro kompletní systém, včetně modulu, ZV a ceny montážních prací, také se neustále snižovala a dosáhla v roce 2009 tak malých hodnot jak 2,72 USD/W pro některé tenkovrstvé technologie [33].

NCE pro fotovoltaické články závisí nejen na počátečních investicích; NCE také zahrnuje provozní náklady a životnost systémových komponentů, místní úrovni slunečního záření a technické charakteristiky systému. NCE se vyznačuje značným rozptylem od 0,074 USD/kWh do vysoké hodnoty 0,92 USD/kWh, v závislosti na počtu a rozsahu výchozích parametrů. V případě zúžení rozsahu variace parametrů NCE byla v roce 2009 v mezích od 0,15 USD/kWh do 0,4 USD/kWh při diskontní sazbou, která se rovnala 7 % pro výrobu elektrické energie na komunální úrovni pomocí fotovoltaických článků v regionech s intenzivním slunečním zářením Evropy a USA. Však tato cena může být menší nebo větší v závislosti na dostupných zdrojích a jiných podmínkách [33,34].

Podle prognóz MEA, náklady na výrobu elektrické energie (nebo NCE) za příznivých podmínek v roce 2020 dosáhnou následujících hodnot:

- 0,145÷0,286 USD/ kWh pro bytový sektor;
- 0,095÷0,19 USD/ kWh pro komunální sektor.

To odpovídá koeficientu KVIV 22,8 % (nebo 2000 kWh/rok na kW). Za méně příznivých podmínek KVIV v roce 2020 bude roven 11,4 % (1000 kWh/rok na kW). Ministerstvo energetiky USA si stanovila ještě ambicióznější cíle, a sice dosažení NCE, která bude rovnat 0,05÷0,1 USD/kWh v roce 2015, v závislosti na poptávce konečného spotřebitele [34].



## 7 Závěr

Charakteristickým rysem odběratelů potrubní části dálkových plynovodů je jejich velké vzdálenosti od připojovacích míst a nízký příkon. V této souvislosti, tradiční způsoby zásobování elektřinou, i přes nepatrné přenášené výkony při přenosu elektrické energie na značné vzdálenosti, spojeno s podstatnými náklady na výstavbu přenosového vedení, zejména v obtížně přístupných a neprůchodných místech, včetně nákladů na územní řízení, na výstavbu distribučních trafostanic zvyšujících a snižujících napětí, na napojení k místní elektrické síti a na úhradu spotřebovaných zdrojů energie. Zároveň oblasti rozmístění podniků transportu zemního plynu OAO Gazprom mají určitý potenciál OZE a zásoby nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů.

Na základě zahraničních a domácích zkušeností organizace dodávky energie autonomním odběratelům proveden přezkum stávajících konstrukčních řešení energetických systémů na bázi OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů.

Prozkoumány základní varianty konstrukčních řešení existujících systémů zásobování elektřinou odběratelů podél dálkových plynovodů.

S ohledem na výsledky posouzení energetické účinnosti různých druhů OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů, základních provozních a ekonomických ukazatelů energetických komplexů na bázi OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů provedena srovnávací analýza energetické účinnosti, provozních a ekonomických ukazatelů energetických systémů na bázi OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů a tradičních energetických zdrojů, používaných na objektech OAO Gazprom.

Provedeným posouzením technické možnosti a účelnosti využití OZE a nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů na energetických zařízeních malé energetiky bylo zjištěno následující:

1. Zkušenosti zavádění OZE v zahraničí a na objektech v Rusku nasvědčují o technické možnosti a ve mnoha případech ekonomické efektivitě zavádění OZE na energetických zařízeních malé energetiky. Jejich zavedení pro vzdálené objekty dovolí snížit spotřebu fosilního paliva na 20-40 %.

2. Specifičnost ruských podmínek (dostupnost zásob fosilního paliva, cena tradičních uhlovodíkových zdrojů aj.) způsobuje na této etapě rozvoje OZE méně rozsáhlé zavedení takových celků. Podle Energetické strategie Ruska pro období do roku 2030 je plánováno zvýšit do roku 2020 podíl výroby elektrické energie na bázi OZE do 1,9 %.
3. Širší využití nekonvenčních uhlovodíkových zdrojů dovoluje snížit spotřebu plynu na vlastní potřeby, snížit ekologickou zátěž na životní prostředí, získat dodatečný ekonomický efekt.

Část ekonomického hodnocení FVS je vynechána z důvodů trvalých a rychlých změn ekonomické situace. Kvůli těmto změnám výsledek by nebyl směrodatný. Ale instalace obnovitelných zdrojů má cenu jenom v místech, kde chyby elektrická přenosová soustava.

## 8 Přílohy

Seznam uvedených zdrojů, obrázků, tabulek, terminologický slovník a rejstřík.

### 8.1 Seznam příloh:

**Příloha B** - Základní charakteristiky solárních modulů KSM-180, NT-R5E3E a PSM 2-40

**Příloha A** - Technické charakteristiky a režimy fungování typových objektů odběratelů  
OAO Gazprom

### 8.2 Seznam použité literatury:

Zdroje z internetu:

[1] <http://www.eprussia.ru/epr/217/14807.htm>

[2] <http://aenergy.ru/3183>.

[3] <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/solarni-vytapeni/kapalinove.php>

[4] <http://www.nostrodomus.fr/actualite/2008/03/viessman-propose-une-gamme-complete-de-capteurs-solaires.html>

[5] [http://apogey.in.ua/vakuumnii-trubchatii-solnechnii-kollektor-ksr10-hewalex-\(polsha\).html](http://apogey.in.ua/vakuumnii-trubchatii-solnechnii-kollektor-ksr10-hewalex-(polsha).html)

[6] <http://recn.ru/solnechnyj-kollektor-svoimi-rukami>

[9] <http://www.science-award.siemens.ru/default.asp?trID=1401>.

[10] <http://aenergy.ru/4007>.

[13] [http://en.wikipedia.org/wiki/United\\_States\\_Wind\\_Energy\\_Policy](http://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Wind_Energy_Policy)

[14] <http://www.ecosibir.ru/news/2289/>.

- [15] [http://www.solarray.com/Cathodic-Protection/Solar-Cathodic-Protection-Systems\\_T.php](http://www.solarray.com/Cathodic-Protection/Solar-Cathodic-Protection-Systems_T.php).
- [16] [http://stage.kyocerasolar.com/pdf/specsheets/ksi\\_oilandgas.pdf](http://stage.kyocerasolar.com/pdf/specsheets/ksi_oilandgas.pdf).
- [17] <http://www.ehpa.org/heat-pump-statistics/2008/>.
- [19] <http://www.eprussia.ru/news/base/2012/82517.htm>.
- [20] <http://www.shell.com.ru/aboutshell.html>.
- [21] [http://www.tatapowersolar.com/industrial\\_solutions/offshore.html#.UUcRVjen3RY](http://www.tatapowersolar.com/industrial_solutions/offshore.html#.UUcRVjen3RY).
- [22] <http://aenergy.ru/1404>.
- [24] [http://www.map.ren21.net/GSR/GSR2012\\_low.pdf](http://www.map.ren21.net/GSR/GSR2012_low.pdf).
- [25] [http://www.solarhome.ru/ru/pv/pv\\_systems.htm](http://www.solarhome.ru/ru/pv/pv_systems.htm).
- [26] [http://www.solarhome.ru/ru/pv/pv\\_grid\\_systems.htm](http://www.solarhome.ru/ru/pv/pv_grid_systems.htm).
- [27] <http://pvlab.ioffe.ru/Technology/sfeu.html>
- [28] <http://sunnystream.com/products>
- [29] <http://www.solarroof.ru/products/5/36/>
- [30] <http://www.arid.com.au/pdf/Solar%20Panels/SHARP/NTR5E3E.pdf>
- [31] <http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/proizv/pr673.htm>
- [33] <http://climatechange.kg/wp-content/uploads/2013/12/SRREN-SPM-Russian.pdf>.
- [34] <http://climatechange.kg/wp-content/uploads/2013/12/SRREN-SPM-Russian.pdf>.

#### Literatura:

- [7] Беляков А.С. Возобновляемые источники энергии в энергетической стратегии России // Состояние и перспективы использования альтернативных источников энергии в России: правовые, социально-экономические и экологические аспекты. – М., 2005. – С. 37 – 43.
- [8] Экологические аспекты возобновляемых источников энергии/ В.И. Виссарионов. Л.А. Золотов – М.:Изд-во МЭИ, 1996,-156 с.

[11] Кузмичева Е. Альтернативная энергетика: современные мировые тенденции // Энергополис №11-12 июль-август, 2008 г.

[12] Могиленко А. Темпы роста мировой ветроэнергетики // «Новости электротехники» №4 (46), 2007 г.

[18] Клавдиенко В.П., Тарасов А.П. Нетрадиционная энергетика в странах ЕС: экономическое стимулирование развития // «Энергия» №9, 2006 г.

[23] Стребков Д.С. Проблемы повышения научного и образовательного потенциала возобновляемой энергетике // X Международная конференция «Возобновляемая и малая энергетика», 17-18 июня 2013 г.

[32] Interní materiály společností OAO "Gazprom".

### 8.3 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Vzhled plochého solárního kolektoru, převzato z [3,4].

Obrázek 2 – Vzhled vakuového trubcového kolektoru převzato z [5,6].

Obrázek 3 – Stanice katodové ochrany produktovodů, který využívá sluneční energii převzato z [15].

Obrázek 4 – Zdroje solární energie KYOCERA převzato z [16].

Obrázek 5 – Vrtná souprava na šelfovou platformě, která využívá větrnou a solární energie převzato z [20].

Obrázek 6 – Použití solární panely na těžebních vrtacích plošinách převzato z [21].

Obrázek 7 - Předpověď změny nákladu na výrobu elektřiny v Evropě převzato z [23].

Obrázek 8 - Předpověď změny nákladu na výrobu elektřiny vyráběné pomocí nekomerčních fotovoltaických systémů v závislosti na počtu hodin použití za rok převzato z [23].

Obrázek 9 - Předpověď změny nákladu na výrobu elektřiny vyráběné pomocí průmyslových fotovoltaických systémů v závislosti na počtu hodin použití za rok převzato z [23].

Obrázek 10 – Dynamika růstu instalovaného výkonu solárních zařízení ve světě převzato z [24].

Obrázek 12 – Síťový PV systém s regulátorem DC náboje převzato z [26].

Obrázek 13 – Fotovoltaický systém zásobování elektrickou energií se síťovým střídačem na vstupu nepřerušitelného zdroje převzato z [26].

Obrázek 14 – Fotovoltaický systém zásobování elektrickou energií se síťovým střídačem na výstupu nepřerušitelného zdroje převzato z [26].

Obrázek 15 – Výroba elektrická energie FVS-8 během denních hodin převzato z [27].

Obrázek 16 – vnější vzhled FVS (výkonnost 1kW) převzato z [28].

Obrázek 17 - Celkový pohled na autonomní energetický komplex (AEK) Vympěl v základní verzi převzato z [32].

Obrázek 18 – Příklad instalace solárních panelů převzato z [32].

Obrázek 19 – Příklad instalace solárních panelů převzato z [32].

Obrázek 20 – závislost NCT na investiční výdajů a koeficientů KVIV převzato z [33,34].