

Podmínky pro solární systémy na ostrovech v oblasti středomoří

Lucie Šimonová

Ústav elektrotechnologie, VUT v Brně,

Technická 10, Brno

E-mail : xsimon09@stud.feec.vutbr.cz

Anotace:

Na základě neustálého rozvoje všech zemí světa se zvyšují nároky lidstva na komfort, zjednodušení práce a tím i na elektrickou energii. Stejně tak rostou i nároky na využití všech dostupných metod jak tuto energii získat snadno, šetrně k životnímu prostředí a levně. Ovšem energie není jediným problémem. V důsledku probíhajících klimatických změn se již v současné době spousta oblastí potýká s nedostatkem pitné vody. Jedná se o oblasti, kde je za celý rok minimum srážek a velká část řečišť je po většinu roku vyschlá. Jednou z takovýchto oblastí jsou ostrovy a souostroví v oblasti Středozevního moře. Nabízí se tedy možnost využít obnovitelné zdroje jak v oblasti energetiky, tak pro získávání pitné vody.

Based on the continuous development of all countries are increasing demands on human comfort, simplification of work and thus the energy. Likewise, increasing the demands on the use of all available methods to easily obtain this energy, environmentally friendly and inexpensive. But energy is not the only problem. As a result of recent climate change is already present in many areas facing shortage of drinking water. These are areas where there is a low rainfall throughout the year and much of the river beds are dry most of the year. One of these areas are islands and archipelagos in the Mediterranean Sea. There is therefore the possibility of using renewable resources as energy, and for obtaining drinking water.

ÚVOD

Ostrovy a souostroví v oblasti Středozevního moře jsou považovány za velmi suché. Ostrovy mají pouze několik malých řek a typické středomořské klima s dlouhými, horkými a suchými léty. Oproti tomu zimy jsou mírné a velmi krátké. Průměrné roční srážky se zde pohybují pouze okolo 500 mm. Z toho se dá usoudit, že pro výrobu energie se tento zdroj využít určitě nedá.

Velmi podobně je to i s větrným potenciálem, který není nějak zvlášť vysoký. Některými oblastmi procházejí větry ze Středozevního moře, známé jako Etesian nebo Meltemi případně slabé mořské vánky. V takovýchto oblastech mohou dosahovat v odpoledních hodinách rychlosti větru okolo 5 až 6 m/s. Ovšem na většině míst je rychlost větru na ostrovech nižší než 5 m/s. Co se tedy týče výstavby větrných elektráren, mohou být, ale pouze v malé míře a ne všude.

Oproti předchozím možným obnovitelným zdrojům elektrické energie je v této oblasti sluneční potenciál opravdu velký. V letních měsících se doba slunečního svitu pohybuje minimálně okolo 11,5 h a v zimě minimálně 5,5 h. Největší sluneční intenzita je v letních měsících a dosahuje v průměru 7,2 kWh/m². Za rok tedy dopadá na ostrovy ve středomoří okolo 2 000 kWh/m² a více. Stejně tak i teploty v této oblasti jsou značně vysoké (v letních měsících okolo 36 °C, v zimních neklesnou pod 5 °C, na horách pod 0 °C). Je tedy zřejmé, že tato oblast je velmi vhodná pro využití různých solárních systémů k výrobě elektrické energie.

ENERGETIKA VE STŘEDOMOŘÍ

Mezi nejznámější ostrovy a souostroví ve Středozevním moři patří například Baleárské ostrovy, Sicílie, Sardinie, Korsika, Malta, Kréta, Kypr, Kyklady, Sporady a další. Všechny tyto ostrovy mají jedno společné – hlavním zdrojem energie jsou elektrárny využívající primární zdroje. Jedná se především o ropu či uhlí a jen malou část výroby (do 10 %) pokrývají větrné elektrárny či malé fotovoltaické (FV) systémy. Hlavním problémem u využívaných primárních zdrojů je fakt, že se tyto suroviny musí dovážet, protože ostrovy mají nedostatek zásob primárních zdrojů energie, což se projeví i na konečné ceně vyprodukované energie.

Solární systémy na středomořských ostrovech

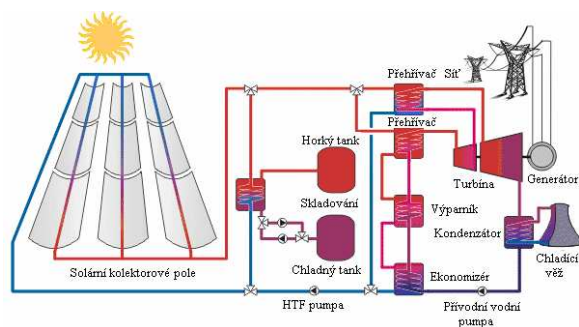
Jak již bylo zmíněno, ostrovy v této oblasti jsou poměrně chudé, co se týče obnovitelných zdrojů energie s výjimkou energie sluneční. Díky dostatečnému slunečnímu potenciálu a teplotám po celý rok je tato oblast vhodná pro uplatnění solárních systémů – konkrétně pro solární termální elektrárny (STE) či malé FV systémy.

Není žádná novinka, že FVE pracují na principu přímé přeměny sluneční energie na energii elektrickou. Využívají k tomu jak přímé tak i difúzní zařízení. Ovšem problémem jsou vyšší teploty, pokud totiž teplota článku stoupne nad 25 °C, dochází se zvyšující se teplotou k poklesu napětí, což je hlavní důvod proč se v takovýchto oblastech využívají FV systémy pouze pro ohřev vody nebo chlazení a ne jako velké FVE. U takovýchto zařízení, která využívají nižší pracovní teploty, by docházelo

k velkým ztrátám a navíc dalším problémem by byl efektivní odvod či využití takového tepla. Dalším důvodem, proč volit pouze malé FV systémy je omezení zdejších úřadů, které většinou podporují rozvoj především malých FV systémů o kapacitě do desítek kW.

V porovnání s tím se jeví mnohem vhodnější STE. Tyto elektrárny pracují na nepřímém principu přeměny sluneční energie na elektrickou a využívají k tomu solární okruh a okruh tepelný (viz. Obr. 1:). STE navíc využívají pouze přímé záření, které je pomocí sběračů (různé typy) směřováno do fokálního místa – absorberu. Dalším zásadním rozdílem jsou pracovní teploty, které se pohybují od 180 °C výše. Díky situování veškeré získané energie do absorberu, tak mohou tyto systémy dosahovat velkých pracovních teplot. Z toho vyplývá, že v oblastech se sluneční intenzitou od 1 800 kWh/m² a výše se využije tento potenciál mnohem více a efektivněji s malými ztrátami v porovnání s FVE. I přes to, že tyto elektrárny nejsou prozatím moc rozšířené, velmi mnoho států takovéto elektrárny finančně podporuje. Podporované kapacity takovýchto elektráren se liší stejně jako u všech ostatních obnovitelných zdrojů energie. Například pro Kypr je podpora omezena kapacitou do 25 MW instalovaného výkonu.

Existuje několik typů STE, ovšem pouze parabolické žlabové STE a STE s věží se vyplatí budovat. Ostatní typy – fresnelovy linie, stirling paraboly či komíny se pro větší výstavbu zatím nehodí. Důvodů je několik jako například nízká účinnost, vysoké náklady nebo jsou některé tyto prozatím pouze ve fázi stálého vývoje a testování. Přičemž jedním z hlavních rozdílů mezi jednotlivými typy je teplotné médium (u věží je to přehřátá pára, u parabolických žlabů je to syntetický olej – testuje se i jeho nahrazení roztavenou solí, která se využívá u skladovacích zařízení – zjednodušení okruhu elektrárny). Dalším rozdílem jsou jednak náklady, ale také bez pochyby efektivní účinnost, která se u parabolických žlabů pohybuje okolo 14 %, u fresnelových linií okolo 11 %, u věží kolem 17 % a u parabolických stirling systémů okolo 25 %.



Obr. 1: Princip žlabové STE s teplotním zásobníkem. [1]

Zda se STE v daném prostředí na konkrétním území po ekonomické stránce vyplatí, je možné zjistit

předběžnými výpočty. K tomu je zapotřebí znát potřebnou plochu pozemku pro požadovanou instalovanou kapacitu, pořizovací náklady, počet hodin provozu za rok včetně skladování, kapacitní faktor elektrárny (žlabová 56 %, věže 73 %), dále roční provozní náklady (běžně 2 % z investičních nákladů) – fixní a variabilní, pojistnou sazbu (většinou 1 %), úrokovou sazbu (např. pro Kypr činí 6 %), počet let ekonomické životnosti projektu = doba, po kterou stát tento projekt finančně podporuje (většinou 20 až 25 let), výkupní cenu vyrobené energie tzv. feed-in tarif a samozřejmě také odváděnou daň z výnosu. Na základě těchto informací se dá zjistit, zda se vyplatí na daném území za daných podmínek takovou elektrárnu o dané kapacitě vůbec budovat. Při výpočtech se musí brát také v úvahu, že měrné náklady na 1 kW budou klesat s rostoucí instalovanou kapacitou.

Jako příklad se dá uvést situace na Kypru, kde se na základě propočtů ukázalo, že výstavba žlabové STE o kapacitě 10 MW se už vyplatí a to vzhledem k návratnosti investic do 13 let. Kdežto u věžové STE by musela být instalovaná kapacita min. 20 MW ideálně vyšší.

ODSOLOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Spousta poloostrovů a především ostrovů v oblasti středomoří se potýká ne jen s rostoucí spotřebou elektrické energie, stejně jako ve většině zbytku světa, ale potýkají se zde ještě s problémem mnohem závažnějším a tím je nedostatek pitné vody. V tomto případě se nabízí myšlenka využít STE jak k výrobě elektrické energie, tak k odsolování mořské vody, která pokrývá velkou část naší planety a jíž jsou tamní ostrovy doslova obklopeny.

STE s odsolovací stanicí

Pokud by potenciální investor daného projektu využil takovou možnost, mohl by jednak velmi efektivně využít činnosti takového zařízení pro všeobecný prospěch, ale také by mohl čerpat dotace na výrobu el. energie pomocí STE, ale také dotace na odsolovací zařízení nemluvě o feed-in tarifech pro obě části takového zařízení. Například v rámci Kypru jsou dotovány malé, střední i velké projekty odsolovacích stanic ve výši 35 %, 25 % či 15 % z předpokládané ceny nebo 40 % de minimis, maximálně však do výše 175 000 €.

Při spojení STE s odsolovacím zařízením, může takovéto odsolovací zařízení využívat ke svému provozu ze STE jak energii elektrickou, tak i energii tepelnou. Pro odsolování mořské vody se využívají dva způsoby – tepelné a membránové procesy, kde procesy membránové ke své činnosti využívají pouze energii elektrickou, oproti tomu systémy tepelné využívají jak energii elektrickou tak i tepelnou. Mezi nejučinnější membránové procesy patří reverzní

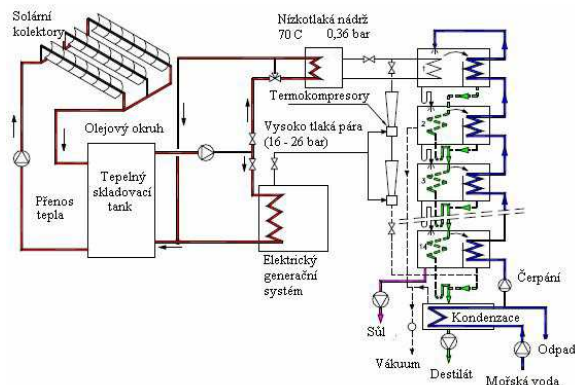
osmóza (RO). U tepelných procesů je to tzv. víceúčelová destilace neboli MED.

V běžné pitné vodě je maximálně 0,5 g/l soli, protože vody v oceánech mají slanost v průměru 3,5 % (viz. Tab. 1:), je při odsolování zapotřebí snížit obsah solí o 75 až dokonce 99 %. Přičemž solnou složku tvoří především chlorid sodný. Přes to, že je odsolování velmi užitečná věc, má i své nevýhody. Odsolená voda je v průběhu zbavována ne jen solí a bakterií, ale i minerálů, které dodávají vodě chuť a jsou prospěšné pro organismus. Je tedy zapotřebí dodatečné obohacování minerály a zároveň i chlórování proti kažení vody při delším stání. Stejně tak i odsolená voda určená k zemědělským účelům musí být obohacena vápencem či kyselinou sírovou.

Tab. 1: Obsah soli v mořských vodách. [4]

Oceány	Obsah soli [%]	Moře ve vnitrozemí	Obsah soli [%]
Atlantský	3,54	Kaspické	1,30
Indický	3,48	Mrtvé	27,00
Pacifik	3,45		
Baltské moře	0,80		
Severní moře	3,20		
Středozevní moře	3,74		
Černé moře	1,75		
Perský záliv	4,00		
Rudé moře	4,00		

Stejně jako u samostatné STE se dá vypočítat, zda je ekonomicky vhodná výstavba STE s odsolovací stanicí. Pro zjištění je zapotřebí znát opět úrokovou sazbu, počet let ekonomickou životnost odsol. zařízení, kapitálové náklady, faktor zatížení, roční produkci vody, v případě MED tepelnou spotřebu zařízení, energetickou spotřebu odsolovacího zařízení, cenu za spotřebovanou energii (v tomto případě se jedná o měrné náklady elektrárny na 1 kW), fixní náklady, v případě RO náklady na výměnu membrán, náklady na chemikálie a samozřejmě cenu vody.



Obr. 2: Možné propojení žlabové STE s MED technologií. [3]

Opět pro příklad se v rámci Kypru vyplatí při průměrné ceně vody 60 centů/m³, postavit žlabovou STE o kapacitě vyšší než 10 MW (aby dokázala pokrýt spotřebu el. energie odsolovací stanice a aby

se vyplatilo toto propojení) ve spojení s odsolovací stanicí pracující na principu RO o kapacitě minimálně 20 000 m³/d. Stejně tak i u odsol. stanice s MED technologií je zapotřebí, aby kapacita zařízení byla větší než 25 000 m³/d. Hlavními rozdíly, co se týče finanční stránky, jsou o něco vyšší investiční náklady, a tedy i celkové náklady u MED technologie. Hlavním důvodem je především odběr jak elektrické tak i tepelné energie. Oproti tomu u RO se zase musí uvažovat investice do membrán, které u MED technologie odpadají. Opět jako u STE zde platí pravidlo – čím větší instalovaná kapacita odsol. stanice, tím menší měrné náklady na m³ vody. Výjimkou na Kypru je propojení věžové STE s odsol. stanicí. Takováto elektrárna má vyšší investiční náklady, což se projeví i v měrných nákladech. Díky tomu je potřeba mnohem vyšší instalovaná kapacita elektrárny, aby mohla být po ekonomické stránce efektivně propojena s odsolovací stanicí. Bohužel takovéto kapacity (nad 25 MW) v současné době Kypr nepodporuje.

ZÁVĚR

Ze všech možných obnovitelných zdrojů energie se na ostrovech ve středomoří dají v malé míře využít větrné elektrárny, malé FV systémy, ale především STE případně jejich modifikace – propojení s odsolovací stanicí. Takováto varianta by se mohla v podobných oblastech velmi výrazně uplatnit v rámci energetiky, vodohospodářství, ochrany životního prostředí, ale také po stránce ekonomické. Velmi důležité je samozřejmě i samotný výběr místa pro výstavbu. Mezi hlavní body při tomto výběru hraje co nejkratší dostupnost k síti, aby nedocházelo k nepřiměřeným ztrátám při přenosu energie, dále zmapování území především hospodářská území, hornaté povrchy, pastviny, lesy aj. Stejně tak letoviště, dopravní trasy, letiště. Na těchto místech se stavět nedá.

Pokud by se jednalo pouze o STE, je možné uvažovat jak oblast poblíž mořských břehů, tak i ve vnitrozemí ostrova. Oproti tomu u STE s odsolovací stanicí je bez pochyby zapotřebí umístění blízko pobřeží, aby vzdálenost přívodního potrubí od břehu ke stanici bylo co nejkratší. Stejně tak se musí uvažovat vzdálenost potrubí od břehu do moře, která musí být alespoň 2 km a do hloubky 15 m, aby nedocházelo k nasávání nečistot, mořských řas, písku apod.

Velkým plus kombinovaného provozu je snížení finanční i energetické náročnosti odsolovacích stanic, které jsou při samostatném provozu značně vysoké.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla za podpory interního grantu VUT v Brně č. FEKT-S-11-7.

LITERATURA

- [1] Technology Fundamentals; Solar thermal power plants [online]. Dostupné z WWW: <<http://www.volker-quaschnig.de/articles/fundamentals2/index.php>>
- [2] Šimonová, L. Distribuční soustava Kypru – realizovatelnost obnovitelných zdrojů a přenos energie. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 77s.
- [3] Blanco, J. White paper; Innovative ideas to reduce current cost of solar seawater desalination based on MED technology [online]. Dostupné z WWW: <http://www.idswater.com/Common/Paper/Paper_46/INNOVATIVE%20IDEAS%20TO%20REDUCE%20CURRENT%20COST>
- [4] Desalination; Technologies for desalination of sea or brakish water [online]. Dostupné na WWW: <<http://www.dwcwater.com/technologies/desalination/index.html>>