

## Nejmodernější solární elektrárna na světě: Španělský Andasol

Solární elektrárna Andasol je nejmodernější solární elektrárnou současného světa. Přestože se tento nový typ solární elektrárny částečně dokáže vypořádat s nedostatkem slunečního záření, stále existují nemalé překážky jejího efektivního využití. Jaké jsou možnosti nejmodernějších slunečních elektráren?



10. 07. 2009 | Petr Nejedlý

### **Ve zkratce:**

*Nejmodernější solární elektrárna dneška v podstatě funguje jako parní elektrárna. Jednou z jejích velkých nevýhod je vysoká spotřeba vody. Abychom získali takového množství energie, jako vyrobí jeden jaderný blok, museli bychom postavit 44 solárních elektráren typu Andasol. Skutečně mohou solární elektrárny nahradit jadernou energii a fosilní paliva?*

[Sluneční elektrárny](#) se v minulých týdnech opakovaně objevovaly v médiích, především v souvislosti s [pokusy o sestavení konsorcia](#) finančně silných soukromých investorů, kteří budou schopní a ochotní převzít politická a podnikatelská rizika [futuristického energetického projektu DESERTEC](#).

„Abychom nahradili jeden jaderný blok o výkonu 1000 MWe, museli bychom postavit 44 elektráren typu Andasol 1.“

Co se pod tajuplnou zkratkou [DESERTEC](#) skrývá? Jde o výstavbu velkého množství [slunečních elektráren](#) (celkový instalovaný výkon 100 000 MWe) v oblasti Středoziemí, Blízkého východu a severní Afriky s cílem zajistit v roce 2050 až **15 % evropské spotřeby elektřiny ze solárních zdrojů**. Samozřejmě mimo vlastní výroby tento projekt rovněž musí rovněž vyřešit **transfer** odpovídajícího množství **elektřiny do Evropy**, v tomto případě pomocí linek **ultra vysokého stejnosměrného napětí**.

### Solární energie na Nazeleno.cz

- Kolik kWh lze získat ze solární energie?
- Domácí solární elektrárna: kolik vydělá?
- Ohřev vody pomocí solární energie
- ČEZ: OZE rostou, solární energie ne
- Dotace na solární systémy

Výrobní základna **DESERTEC** má být založena na **elektrárnách** s tzv. **koncentračními slunečními kolektory**, které pro výrobu elektřiny využívají klasické **parní turbíny**. Jedná se o poměrně solidní a ověřenou technologii. První komerční elektrárny tohoto typu jsou již dvacet let v provozu v Mohavské poušti v Kalifornii.

Andasol 1, první elektrárna tohoto druhu v Evropě, byla uvedena do zkušebního provozu ve **Španělsku** koncem loňského roku.



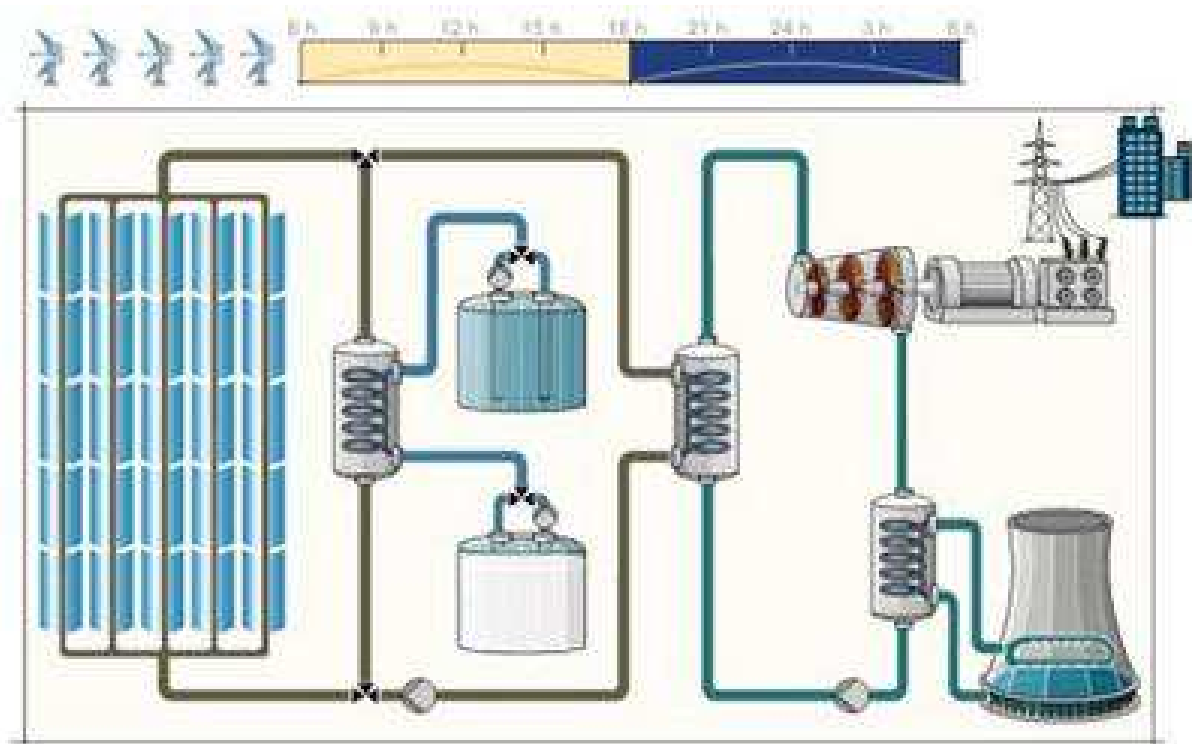
Elektrárna Andasol 1 v závěrečné fázi výstavby (jaro 2008). Zdroj: Solar Millennium AG

Jedná se o **zajímavé technické dílo**, které opravdu stojí za pozornost.  
**Základní parametry elektrárny Andasol 1**

<b>Lokalita</b>	
<b>Název projektu:</b>	Andasol 1 (Pozn.: Andasol 2 a 3 ve výstavbě)
<b>Poloha:</b>	37°13' N; 3°04' W; Španělsko 10 km východně od Guadix, katastr obcí Aldeire a La Calahorra, region Marquesado, provincie Granada, 1 090 až 1 100 m nad hladinou moře
<b>Celková velikost pozemku:</b>	cca 195 ha (1300 x 1500 m), (Pozn.: včetně Andasol 2 a 3)
<b>Vyvedení výkonu:</b>	rozvodna 400 kV Huéneja (vzdálenost cca 7 km)
<b>Solární část</b>	
<b>Použitá technologie</b>	Skal-ET
<b>Rozloha solárních jednotek:</b>	510 120 m <sup>2</sup> (Pozn.: přibližně 70 fotbalových hřišť)
<b>Počet parabolických zrcadel:</b>	209 664
<b>Počet absorpčních trubíc:</b>	22 464, délka 4 m
<b>Počet slunečních snímačů:</b>	624 (Pozn.: 312 řad kolektorů á 2ks)
<b>Průměrná vstupní energie na jednotku plochy (DNI):</b>	2 136 kWh/m <sup>2</sup> *rok
<b>Celková účinnost solární části:</b>	špičková hodnota cca 70%, roční průměr cca 50%
<b>Kapacita zásobníku tepla:</b>	28 500t akumulčního média, umožňuje provoz po dobu 7,5h na plném výkonu (Pozn.: odpovídá kapacitě 375 MWh = 1,35 TJ)
<b>Elektrárna</b>	
<b>Elektrický výkon:</b>	49,9 MWe
<b>Roční provoz s plným výkonem:</b>	cca 3500 hodin
<b>Předpokládaná výroba:</b>	cca 180 GWh (Pozn.: odpovídá ročnímu koef. využití instalovaného výkonu $K_v = 41\%$ )
<b>Účinnost parní turbíny:</b>	špičková hodnota cca 40%, roční průměr cca 30%
<b>Celková účinnost elektrárny:</b>	špičková hodnota cca 28%, roční průměr cca 15%
<b>Odhadovaná životnost:</b>	minimálně 40 let

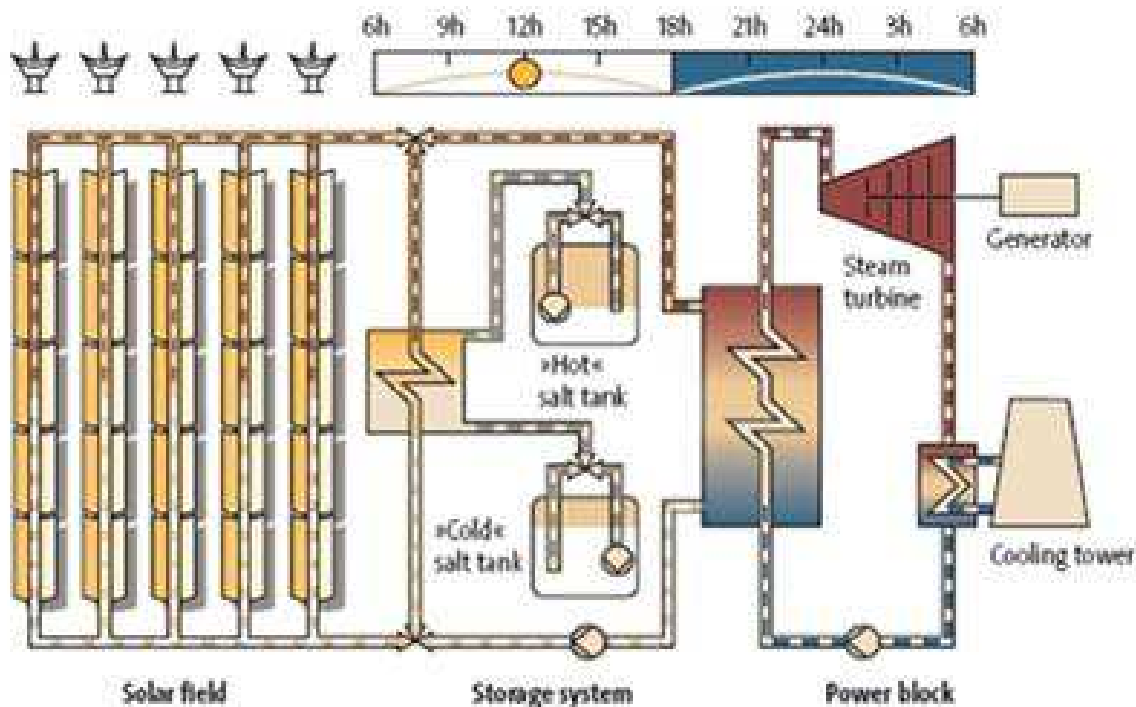
## Jak to funguje aneb zapomeňte na fotovoltaiku

**Andasol 1** funguje na podobném principu jako **běžná parní elektrárna**. Místo kotle má však instalován **solární okruh s počítačově řízenými parabolickými zrcadly** odrážejícími sluneční paprsky na absorpční trubice. Těmi protéká teplotnosné médium (speciální syntetický olej). Za optimálních podmínek může **teplota oleje dosáhnout až 400°C**. Olej je čerpán do **parogenerátoru**, kde předává tepelnou energii vodě cirkulující v sekundárním okruhu elektrárny. **Vzniklá pára pohání turbínu s generátorem** a následně kondenzuje v kondenzátoru, který je chlazen samostatným vodním okruhem s chladicími věžemi.



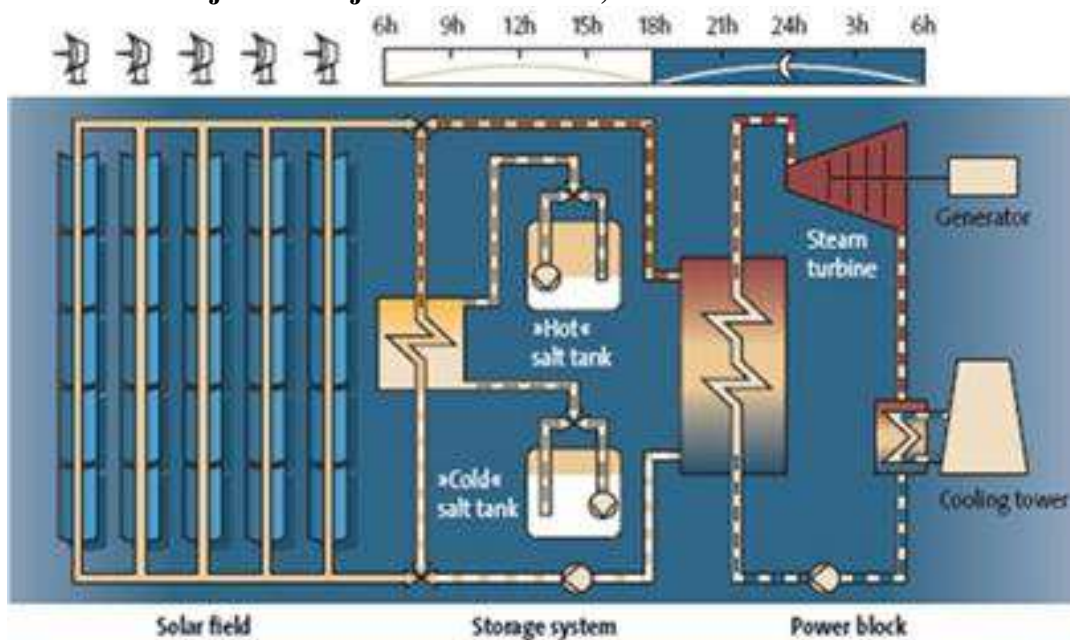
Ideové technologické schéma elektrárny Andasol 1. Zdroj: Solar Millennium AG

Za zmínku stojí vložený **technologický okruh s přídatným tepelným výměníkem uvnitř solárního okruhu**. Tento okruh slouží pro dodávku tepelné energie do zásobníku tepla během dne a odběr energie v průběhu noci. Toto řešení **zvyšuje provozuschopnost elektrárny v průběhu roku zhruba na dvojnásobný počet hodin** oproti technickému řešení bez akumulace tepla.



Provoz Andasol 1 v průběhu dne (dodávka energie do zásobníku tepla). Zdroj: Solar Millennium AG

**Zásobník tepla se sestává ze dvou nádrží (průměr 36 m, výška 14 m) naplněných směsí roztaveného dusičnanu sodného (60%) a dusičnanu draselného (40%). Celkové množství tepelného média činí 28 500 tun. Ve dne je akumulační médium přečerpáváno ze „studené“ nádrže (290°C) do „horké“ nádrže, přičemž prochází tepelným výměníkem, kde se ohřívá teplonosným médiem solárního okruhu na požadovanou „akumulační teplotu“ (390°C). V noci je cirkulace obrácená a akumulační tepelné médium ze zásobníku tepla předává v tepelném výměníku energii teplonosnému médiu solárního okruhu. **Tepelná kapacita zásobníku je ohromující: 375 MWh = 1,35 TJ.****



Provoz Andasol 1 v průběhu noci (odběr energie ze zásobníku tepla). Zdroj: Solar Millennium AG

## Přednosti elektrárny Andasol 1

Produkce energie ze solárních zdrojů je závislá na množství slunečního záření a proto nelze dopředu předvídat, kolik elektřiny vyrobí. Andasol 1 má však gigantický zásobník, který je schopen udržet elektrárnu při plném výkonu celých 7,5 hodiny bez vnějšího přívodu sluneční energie. Díky tomu je (na rozdíl od stávajících fotovoltaických zdrojů) problém případného akutního nedostatku slunečního záření vyřešen. Díky tomu elektrárna může dodávat elektřinu do 400kV španělské sítě (operátor Endesa).



Solární jednotky Andasol 1 (7 488 kolektorů, 209 664 parabolických zrcadel). Zdroj: Solar Millennium AG

## Andasol 1 není všemocný – nedostatky v architektuře

Solární elektrárna je obnovitelným energetickým zdrojem a nemůže překročit své fyzikální a ekonomické limity. I s využitím zásobníku tepla vykazuje poměrně nízký roční koeficient využití instalovaného výkonu  $K_v = 41\%$ , což odpovídá ročnímu provozu cca **3500-3600 hodin na plném výkonu**. Moderní uhelné a jaderné elektrárny běžně vykazují hodnoty  $K_v = 90\%$ , což odpovídá ročnímu provozu cca 7900 hodin na plném výkonu, tj. při stejném instalovaném výkonu vyrobí za rok **2,2krát více elektrické energie**.

Achillovou patou, především z hlediska projektu DESERTEC, může být **voda**. Celková roční **spotřeba vody** je vyčíslena na 870 000 m<sup>3</sup> (průměrně 27,6 l za vteřinu). Nesmíme zapomínat, že se v podstatě jedná o **klasickou parní elektrárnu**, pro kterou neodvolatelně platí: **bez vody není elektřina**. Většina vody nenávratně mizí v atmosféře odparem v chladicích věžích. Autoři projektu použili velmi přiléhavý přírůbek: spotřeba vody odpovídá pěstování pšenice na pozemku elektrárny. I naprostému laikovi je jasné, že zajištění každodenního zavlažování obilných lánů, např. na Sahaře, opravdu není jednoduchá záležitost.

### Trochu ekonomického realismu

Původním smyslem [obnovitelných energetických zdrojů \(OZE\)](#) bylo omezit produkci [elektrické energie z fosilních paliv](#), a ušetřit tak strategické suroviny, především uhlí a zemní [plyn](#), pro další generace. Z hlediska ideologicky a politicky motivovaného přístupu k energetice je prvořadým cílem OZE vytlačit jaderné zdroje z energetického mixu a radikálně snížit [emise](#) CO<sub>2</sub>. Podívejme se tedy na možné perspektivy optikou **nejmodernější evropské sluneční elektrárny**:

Podle dostupných údajů činily [investiční náklady Andasol 1 zhruba 300 milionů eur](#). Pokud budeme chtít nahradit **jeden jaderný blok o výkonu 1000 MWe** s roční výrobou 7900 GWh elektrárnami typu Andasol 1 (50MWe, 180 GWh), dospějeme k počtu 44 elektráren a částce 13,2 miliardy eur. Pouze pro orientační srovnání uvádím, že v České republice byly investovány do výstavby dvou bloků jaderné elektrárny Temelín (2x1000 MWe) **celkem 4 miliard eur**. Nahradit Temelín s roční výrobou 12 200 GWh solárními elektrárnami by tedy stálo cca 20,3 miliard eur (529 miliard korun, tedy nadpoloviční část českého státního rozpočtu).

### Limity solární energie

Už z těchto „sedláckých počtů“ je zřejmé, že případné radikální navýšení počtu slunečních elektráren v evropském energetickém mixu, např. dle scénáře projektu DESERTEC (100 000 MWe), by bylo **technicky nereálné** (jednotky tisíc nových slunečních elektráren typu Andasol 1 do roku 2050) a ekonomicky „neufinancovatelné“. Alespoň dle názoru autora článku.

**Andasol 1** je vlajkovou lodí **současné sluneční energetiky**. Pokrokové technické řešení otevřelo zcela nové perspektivy solárních energetických zdrojů. Nicméně je nutné zachovat realistický přístup. Musíme respektovat skutečnost, že i „energetika alternativních zdrojů“ má své fyzikální, technické a ekonomické limity. Může tedy částečně přispět k řešení energetických problémů budoucnosti, tzn. může vhodně doplňovat budoucí energetický **mix jaderných a fosilních elektráren**, avšak nemá šanci tyto zdroje v plné míře nahradit.

Zdroj: <http://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika/nejmodernejsi-solarni-elektrarna-na-svete-spanelsky-andasol.aspx>