

## 5 iluzí o obnovitelných zdrojích (komentář)

Jsou nevyčerpatelné, snadno dostupné, čisté, levné a jednou nahradí stávající energetické zdroje. Skutečné požehnání energetiky. Alternativní zdroje energie dokážou opravdu v mnoha případech pomoci. Co však v obecném ohledu zůstává pouhým zbožným přáním, co pravděpodobnou možností a co skutečně realitou?



23. 10. 2008 | Petr Nejedlý

### **Ve zkratce:**

*Obnovitelné zdroje energie (ať už solární energie, větrná energie či energie z biomasy) nejsou všespasitelným řešením dnešních energetických problémů. Mohou pomoci, ale samy o sobě problémy nevyřeší. Proč?*

Pojďme se v tomto seriálu společně zamyslet nad následujícími tvrzeními.

### **5 iluzí o obnovitelných zdrojích**

- [Jsou nevyčerpatelné](#)
- [Jsou snadno dostupné](#)
- [Jsou čisté](#)
- [Jsou levné](#)
- [V budoucnu nahradí stávající energetické zdroje](#)

### **Iluze první: obnovitelné zdroje energie jsou nevyčerpatelné**

Co je na tomto tvrzení iluzorního? Snad nechce autor polemizovat s tímto axiomem obnovitelných zdrojů? Řekněme, že je záhodno výrok trochu zpřesnit.

„Víte, kolik vrtulí větrných elektráren by bylo třeba k nahrazení výkonu Temelína? 12 000.“

**Obnovitelné zdroje energie jsou skutečně nevyčerpatelné**, ovšem v globálním měřítku. Problém je v tom, že lidstvo doposud musí vyrábět energii v lokálních výrobnách, ať už se jedná například o elektrickou energii nebo teplo. Náš každodenní život je naprosto neúprosně limitován všeobecně platnými fyzikálními zákony, především však zákonem zachování energie. **Z určitého energetického systému nemůžeme v konkrétním čase a lokalitě získávat více energie, než do něj vstupuje.** Neboli lokálně jsou vyčerpatelné naprosto všechny energetické zdroje, a totéž platí pro jejich energetickou produkci v čase.



Jaderná elektrárna Temelín

Co tím chci vlastně říci? Jednoduše to, že na určité ploše mohou instalovat pouze určité množství [slunečních kolektorů](#), na které dopadá pouze určité množství energeticky využitelného slunečního záření. V určité lokalitě mohou instalovat pouze určité množství větrných turbín, které pracují v určitém pásmu rychlostí větru. Rovněž tak **energetická výroba na biomasu spotřebovává určité množství biologické hmoty**, kterou lze vyprodukovat na určitém množství zemědělské plochy, resp. s využitím určitého množství hospodářských zvířat. Pro funkci **hydroelektrárny a přílivové elektrárny potřebují zajistit určitý průtok vody**. Z geotermálního vrtu v určité hloubce mohou získávat pouze určité množství tepla. A takto můžeme pokračovat ještě dlouho.

Omílám zde naprosto triviální a notoricky známé skutečnosti? Dokonce učivo základní školy? No nevím, pokud se snažíte vést podrobnější technickou diskuzi s mnohými z „energetických vizionářů“, žel mnohdy velmi zanícených a humanitně vzdělaných „netechníků“, zjistíte, že jejich představy o převedení jejich vizí a hesel do každodenní technické praxe jsou mnohdy s těmito „trivialitami“ na štiřu. Proto jsem považoval za nutné tuto nebetyčnou iluzi zmínit hned na začátku našeho povídání o obnovitelných (alternativních) zdrojích.

To, že jsou **obnovitelné zdroje energie v principu nevyčerpatelné**, ještě neznamená, že z nich můžeme v konkrétním místě a čase vyrábět energii bez jakýchkoliv omezení.

### **Iluze druhá: obnovitelné zdroje energie jsou snadno dostupné**

Co je na tomto tvrzení iluzorního? **Slunce, vítr, voda, biomasa, zemské teplo jsou přece všude okolo nás**. Stačí si jen nabízenou energii vzít. Situace se však podstatně zkomplikuje, pokud chceme vyrábět energii z určitého konkrétního zdroje, a to pokud možno v množství „větším než energeticky bezvýznamném“.

Obnovitelné zdroje mají totiž jednu zásadní nevýhodu – a tou je velmi nízká koncentrace nositele energie v prostoru a čase:

Zkusili jste si někdy **vypočítat plochu kolektorů, která by byla potřeba pro výrobu 12 milionů MWh elektřiny**, což je stávající roční produkce obou bloků jaderné elektrárny Temelín? Pokud budeme uvažovat jako referenční [sluneční elektrárnu v Bučanovicích u Prachatic](#) s výrobou 600 MWh za rok a plochou kolektorů 0,62 ha, snadno se dostanete na plochu 12 400 ha.

Zkusili jste si někdy vypočítat, kolik by bylo potřeba **instalovat větrných turbín o výkonu 1 MW, aby vyrobily jednoroční produkci Temelína, pokud v ČR pracují 1 000 hodin ročně?** Výsledkem vašeho snažení bude ohromující počet 12 000 vrtulí.



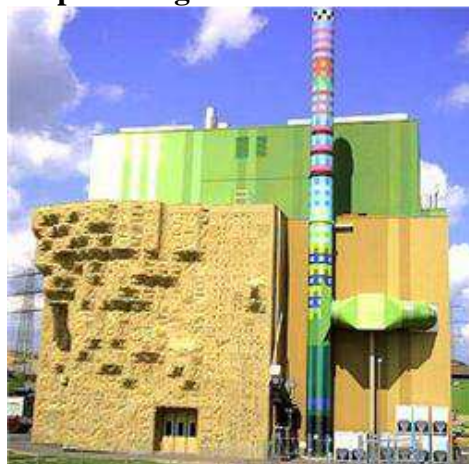
Fotovoltaická elektrárna Serpa (Portugalsko) o výkonu 11 MWe Zdroj: SunPower Corporation



Větrná elektrárna MD70 v Grömitz (NSR) o výkonu 1,5 MWe Zdroj: REpower Systems AG

### **Kolik elektráren na jeden Temelín?**

Zkusili jste si někdy vypočítat plochu orné půdy, na které by musely být pěstovány speciální energetické plodiny s výnosem **20 t/ha a výhřevností 15 MJ/kg**, aby jimi bylo možné ve stávajících parních turbínách vyrobit stejné množství elektřiny jako v Temelíně? Pokud se necháte poddat, je to přibližně 432 000 ha. Jen tak na okraj podotýkám, že se jedná o 41 % plochy celého Jihočeského kraje a stejné množství **energie jako z jednoho hektaru těchto plodin lze vyrobit rozštěpením 3 g uranu.**



Elektrárna na biomasu ve Wicker (NSR) o výkonu 15 MWe Zdroj: Biomasse Rhein-Main GmbH

Zkusili jste si někdy vypočítat, kolik geotermálních elektráren s jedním injekčním a dvěma produkčními vrty o hloubce 5 000 metrů by bylo nutné vybudovat, abychom docílili tepelného výkonu temelínského reaktoru (Jedná se 3 000 MWt, nezaměňovat s elektrickým výkonem na svorkách generátoru 1 000 MWe)? Pokud budeme uvažovat jako referenční [plánovanou geotermální elektrárnu v Litoměřicích](#), bude jich přibližně 55.



Geotermální elektrárna Nesjavellir (Island) o výkonu 4x30 MWe + 300 MWt Zdroj: Encyklopedie Wikipedia (EN)

To, že se obnovitelné zdroje energie vyskytují bezprostředně okolo nás ještě neznamená, že jsou snadno dostupné pro výrobu energie.

Zdroj: <http://www.nazeleno.cz/nazelenoplus/komentare-1/5-iluzi-o-obnovitelnych-zdrojich-komentar.aspx>

### **Iluze třetí: obnovitelné zdroje energie jsou čisté**

Co je na tomto tvrzení iluzorního? Slunce, vítr, voda, biomasa, zemské teplo snad znečišťují životní prostředí?

Problém je v měřítku. Pokud budeme chtít v obnovitelných zdrojích skutečně vyrábět významná množství energie, skončí romantické období **miniaturních jednotek na střechách, v zahrádkách rodinných domů a jednotlivých malých výroben (někdy) nepozorovatelně zasazených do krajiny**. Naopak, začne období velkoplošného nasazení všech typů zdrojů a samozřejmě rovněž velkopřmyslová výroba energetických zařízení. Zcela nevyhnutelně se všemi z toho vyplývajícími negativními důsledky, respektive dopady na životní prostředí.

Jenom v obecné rovině připomínám nejznámější fakta:

- Pro výrobu fotovoltaických článků je potřeba velké množství vysoce čistého křemíku, germania, nejrůznějších sloučenin a polymerů všeho druhu, které jsou vyráběny a zušlechťovány s využitím celého spektra metalurgických a chemických technologií.
- **Větrné parky obtěžují obyvatelstvo hlukem a stroboskopickým efektem.**
- Pro pěstování gigantických množství biomasy by bylo nutné používat značné množství dusíkatých hnojiv a svázat biomasu do výroben ze širokého okolí dopravními prostředky spalujícími fosilní paliva. Rovněž tak v **bioplynových stanicích by bylo nutné koncentrovat ohromná množství biologického materiálu**, např. kejdy hospodářských zvířat.
- Při vrtání vrtů geotermálních elektráren může docházet k vzniku lokálních zemětřesení s magnitudou 2–4 stupně Richterovy stupnice a za jejich provozu unikají z vrtů

nejrůznější plyny, především kyslíčník uhličitý a sirovodík. Nehledě na to, že voda v geotermálních vrtech obvykle obsahuje téměř celou periodickou tabulku prvků.

- Energeticky významná vodní díla vyžadují zábor velkých území a přesuny obyvatelstva. **Stačí pouze připomenout například čínskou superpřehradu Tři soutěsky, která si vyžádá přesídlení přibližně 5 milionů lidí. To vše za výkon odpovídající devítinásobku dnešního Temelína.**



Jaderná elektrárna Brunsbüttel 806 MWe, Šlesvicko-Holštýnsko. Zdroj: Vattenfall AG

V poslední době je rovněž velmi akcentována **problematika emisí skleníkových plynů, především emisí CO<sub>2</sub>**. Zajímavý průřezový materiál z několika studií analyzujících celý „životního cyklus“ energetických surovin a technologií si v roce 2006 nechala zpracovat britská vláda ([The Energy Challenge, str. 117/218](#)). Studie zohlednily z pohledu **emisí CO<sub>2</sub> veškeré vstupní suroviny a jejich technologické zpracování na stavební a konstrukční materiály** potřebné pro výstavbu energetických zdrojů, dále materiály a technologie potřebné pro zpracování vlastní energetické suroviny (např. uhlí, jaderné palivo atd.) a konečně i konkrétní technologie pro výrobu energie.



Tepelná elektrárna Reuter West 2x300 MWe v Berlíně (Siemensstadt) Zdroj: Vattenfall AG

Se zveřejněnými výsledky se někteří propagátoři [obnovitelných zdrojů energie](#) dodnes zcela nevyrovnali. Podle těchto studií totiž vykazují **nejnižší emise CO<sub>2</sub> za celou životnost energetických surovin jaderné elektrárny**. Odpůrci jaderné energetiky totiž posledních dvacet let tvrdili, že jaderné elektrárny sice neemitují žádný CO<sub>2</sub> v průběhu vlastního procesu výroby energie, avšak nepřímo emitují enormní množství CO<sub>2</sub>, protože pro výstavbu elektráren a těžbu a následnou úpravu uranové rudy na jaderné palivo je potřeba značné množství betonu, oceli, plastů a energie vůbec, takže rovněž **i z pohledu emisí CO<sub>2</sub> jsou značně neekologické**.

Skutečnost je taková, že vzhledem k opravdu **gigantické výrobě elektřiny** emitují **jaderné elektrárny nejmenší množství CO<sub>2</sub> na vyrobenou kWh**. Neboli jaderná elektrárna z tohoto hlediska převládá všechny zdroje, které jsou v dnešní době mediálně nazývány jako „nízkoemisní“ či „**ekologické**“.

*Žádný energetický zdroj není zcela čistý a bez negativních vlivů na životní prostředí, zvláště pokud je nasazen v masivním měřítku a vyhodnocujeme-li také nepřímé dopady. Obnovitelné zdroje energie nejsou z tohoto hlediska žádnou výjimkou.*

### **Iluze čtvrtá: obnovitelné zdroje energie jsou levné**

Co je na tomto tvrzení iluzorního? Vždyť přece slunce svítí, vítr fouká, voda teče a zemské jádro hřeje skutečně zadarmo.

Tady doporučuji poněkud kritičtěji rozeznávat zbožné přání environmentálních propagandistů od reality. Vycházejme z reálného „úřednického“ příkladu. Pokud se omezíme výhradně na českou kotlinu a výrobu elektřiny a nahlédneme do [cenového rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2007](#), zjistíme aktuální **výkupní ceny elektřiny a „zelené bonusy“** pro jednotlivé obnovitelné zdroje energie v následující výši:

<b><u>Obnovitelný zdroj energie</u></b>	<b><u>Výkupní cena elektřiny</u></b> [Kč/MWh]	<b><u>Zelený bonus</u></b> [Kč/MWh]
Vodní elektrárny (MVE)	2 600	1 400
Spalování biomasy (kategorie O1)	4 210	2 930
Spalování bioplynu	3 900	2 620
Větrné elektrárny	2 460	1 870
Geotermální elektrárny	4 500	3 370
<b><u>Fotovoltaické</u></b> elektrárny	13 460	12 650

Nechci podrobně rozebírat **ekonomické, respektive mimoekonomické aspekty cen jednotlivých zdrojů**. Pouze bych chtěl vidět obličej spotřebitelů, kdyby skutečně museli platit dodavatelům elektřiny například ceny odpovídající průměru výkupních cen výše uvedeného energetického mixu. Zvláště případ [fotovoltaiky](#) je až tragický. Je naprosto zřejmé, že stávající struktura výkupních cen elektrické energie z [obnovitelných zdrojů](#) je nastavena politickým rozhodnutím tak, aby byl podpořen jejich rozvoj, a to s vizí výrazného budoucího navýšení jejich energetické produkce a předpokládaným následným snížením cen produkované energie. Dočkejme tedy času, kdy budeme zaplaveni levnou ekologickou **elektřinou**...

Podle mého soudu lze rovněž i v případě obnovitelných zdrojů předpokládat vývoj, **kdy vzrůstající výroba v obnovitelných zdrojích bude vyvolávat vyšší poptávku po odpovídajících energetických surovinách**, což bude zároveň znamenat růst jejich cen. Například se vzrůstajícím výkonem lokálních jednotek na zpracování biomasy v Německu pozvolně ale jistě roste cena lesní štěpky.

**Graf: Vývoj cen lesní štěpky v Německu od 1/2005 do 3/2008 (ceny v Euro/t; šedá: průměrná cena)**



Pokud se **obnovitelné zdroje energie** mají v budoucnu stát skutečně významným a „ekonomicky rovnoprávným“ zdrojem (tzn. bez přímých či nepřímých dotací), budou muset bezesporu obstát v ekonomické konkurenci fosilních a jaderných zdrojů. Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že tomu zatím takto rozhodně není. V současné době je schopna částečně ekonomicky konkurovat pouze „velká“ vodní energetika, a to pouze v určitých lokalitách.



Vodní elektrárna Grand Coulee Dam 6809 MWe, (stát Washington, USA) Zdroj: Wikipedia (DE)

Nakonec pro dokreslení reálné situace příklad jednoho reálného českého projektu. Předpokládané náklady na již zmiňovanou **plánovanou geotermální elektrárnu v Litoměřicích o výkonu 55 MWt činí 1 miliardu a 111 milionů korun**. Litoměřická radnice ve svých finančních analýzách spoléhá na výraznou finanční pomoc z evropského operačního programu pro životní prostředí. Pokud budou požadované prostředky zkráceny, lze očekávat výrazné zpomalení realizace projektu.

*Obnovitelné zdroje v současné době rozhodně nejsou levné, naopak jsou masivně ekonomicky podporovány prostřednictvím vysokých garantovaných výkupních cen energie.*

*Rovněž tak předpoklad budoucího snižování cen vyráběné energie z obnovitelných zdrojů je značně diskutabilní vzhledem k nasazování investičně náročných energetických technologií.*

Zdroj: <http://www.nazeleno.cz/nazelenoplus/komentare-1/5-iluzi-o-obnovitelných-zdrojích-jsou-opravdu-ciste.aspx>

### **Iluze pátá: obnovitelné zdroje energie v budoucnu nahradí stávající energetické zdroje**

Co je na tomto tvrzení iluzorního? Je přece jasné, že **stávající zdroje** (zejména **fosilní**) **budou dříve či později vyčerpány**, takže budou muset být tak jako tak nahrazeny.

Abychom se neomezovali pouze na Českou republiku, zhodnotme **stávající situaci v oblasti energetiky v Evropě**. Podle údajů Eurostat za rok 2006 byla v EU struktura výroby **elektřiny** podle energetických zdrojů následující: 58 % **fosilní paliva**, 19 % **jádro**, 18 % **voda** a 5 % **vítr** (převzato ze zprávy **tzv. „Pačesovy komise“**).

Ze statistických údajů je zřejmý jeden závěr: pokud chceme **obnovitelnými zdroji nahradit stávající výrobu energie z fosilních paliv** a současně ještě z **jádra**, **hovoříme o více než 3/4 vyrobené elektřiny!**



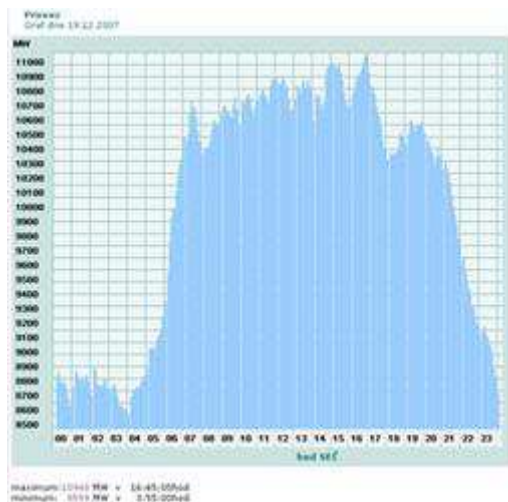
**Co se stane, když v noci nebude foukat vítr?**

Otázka tedy zní: bylo by možné s využitím politických prostředků, nejrůznějších ekonomických podpůrných programů a zvýhodněných výkupních cen postupně (trpělivě, třeba po desítky let) **za každou odstavovanou fosilní/jadernou elektrárnu budovat dostatečný počet malých lokálních a decentralizovaných ekologických elektráren**, abychom optimálně využili rozdílné přírodně podmínky v konkrétních lokalitách, a takto postupně směřovat elektroenergetiku k našemu vysněnému ekologickému ideálu?

Než si zkusíme odpovědět, podívejme se, jak je strukturována dnešní elektroenergetika. Základem jsou **velké výroby, především uhelné a jaderné, o výkonu v řádu stovek MW až jednotek GW**. Dosavadní technický vývoj směřoval, podotýkám z mnoha dobrých důvodů, k velkým jednotkovým výkonům a technologiím s maximální nezávislostí na dodávkách paliva a aktuálních povětrnostních vlivech. **Na konci vývoje se nacházejí jaderné elektrárny**, které nevyžadují kontinuální dodávku paliva a s výjimkou několikátýdenní odstavky mohou pracovat celý rok s maximálním výkonem. Toto jsou elektrárny pracující v tzv. **základním pásmu denního diagramu zatížení**. Při vyšším zatížení jsou spouštěny pološpičkové elektrárny (obvykle menší uhelné nebo plynové) a zatížení ve špičkách vykrývají špičkové elektrárny (obvykle přečerpávací vodní). Tento mix



elektráren zajišťuje dostatečnou výkonnost, stabilitu a trvalé vyrovnávání aktuální bilance výroby a spotřeby elektřiny.



Denní diagram zatížení elektrické soustavy ČR z 19.12.2007. Zdroj: ČEPS a.s.

Veškeré **technické a přírodní faktory, které omezují možnosti energetického zdroje vyrábět elektřinu**, jsou prezentovány prostřednictvím tzv. [koeficientu ročního využití instalovaného výkonu](#). Vzhledem k bezprostřední závislosti většiny [obnovitelných zdrojů](#) na přírodních vlivech je jejich koeficient ročního využití mnohonásobně nižší než v případě fosilních nebo jaderných zdrojů a zároveň z nich dělá „**energeticky nepředvídatelný**“ zdroj (operátoři sítě nevědí předem s dostatečnou přesností, kdy bude/nebude zdroj pracovat).

#### Koeficient ročního využití elektráren

Typ elektrárny	Koeficient ročního využití [%]
Jaderné	79,08
Tepelné	54,69
Vodní	17,09
Větrné	12,71
Spalovací motory a plynové turbíny	3,81

Zdroj: Wikipedia

#### Jaké to má důsledky?

Vzhledem k **nízkému ročnímu koeficientu** využití obnovitelných zdrojů by v některých případech bylo nutné za jeden velký fosilní popř. jaderný zdroj vybudovat desítky popř. dokonce až stovky menších jednotek. Už jsem se zmiňoval o 12 tisících větrných turbín o výkonu 1 MW a dobou provozu průměrně 1000 hodin ročně jako náhradu za oba bloky Temelína, přičemž při nasazení nejmodernějších větrných elektráren o výkonu 3 MW a průměrnou dobou provozu s plným výkonem 2500 hodin za rok by to bylo 1 600 kusů. Dále jsme konstatovali, že výkon a doba provozu elektráren na obnovitelné zdroje lze velmi obtížně předpovědět a samozřejmě jejich výkon silně kolísá v čase podle aktuálních přírodních podmínek, takže představují destabilizační prvek elektrizační soustavy.

Operátoři elektrických sítí jsou doposud schopni resp. musí vyrovnávat **destabilizační vliv obnovitelných zdrojů s využitím svých záloh**, což mnohé propagátory obnovitelných

zdrojů vede k nezlomnému přesvědčení, že tomu takto bude navždy. To je ovšem hluboký omyl.

Čím větší by byl podíl obnovitelných zdrojů v energetickém mixu, tím větší by bylo riziko výskytu řetězce nepříznivých okolností rezultujících v náhlý a nepředvídatelný pokles výroby elektřiny. A od určité kritické míry zastoupení obnovitelných zdrojů v mixu by už nebylo možné síť stabilizovat s využitím jiných obnovitelných zdrojů. V tomto případě by operátor sítě musel „násilně“ snižovat spotřebu – tj. využívat regulační stupně, v podstatě odpojovat spotřebitele. **V katastrofických případech by mohlo dojít k tzv. rozpadu soustavy (tzv. „blackout“), která by se znovu „skládala“ dohromady mnoho hodin.**



Větrná farma Goodnoe Hills 44x2 MWe (USA, stát Washington). Zdroj: REpower Systems AG

Logickým závěrem je, že pouze z obnovitelných zdrojů nelze sestavit dostatečně výkonný a spolehlivý energetický mix. Chceme-li tedy (resp. někdy budeme muset) podstatně redukovat zdroje na fosilní paliva, bude pravděpodobně nutné vybudovat „pilíře“ elektroenergetiky z jaderných elektráren, a to včetně jaderných elektráren provozovaných v regulačním režimu.

Skutečností je, že s tímto **závěrem se velmi mnoho propagátorů obnovitelných zdrojů velice tvrdě odmítá smířit a stále jsou publikovány nové a nové teoretické práce**, které se snaží sestavit „ekologicky správný“ energetický mix, který by splňoval všechny požadavky z hlediska zajištění výkonu, spolehlivosti, stability a odolnosti soustavy proti náhlému kolísání výkonu. Jedná se např. o sdružování různých diverzifikovaných a decentralizovaných obnovitelných zdrojů do „virtuálních“ energetických bloků společně řízených v rámci centralizované rozvodné soustavy výkonnými řídicími systémy, ale o těchto supermoderních koncepcích si můžeme něco povědět až někdy příště.

Tímto končí náš přehled největších iluzí o obnovitelných zdrojích energie. Dovolím si jej zakončit následujícím konstatováním.

*Obnovitelné zdroje rozhodně nejsou všelék na všechny dnešní energetické problémy. Stejně jako jiné zdroje energie mají své mnohé výhody a nevýhody a rovněž fyzikální, technické a ekonomické limity. Mohou tedy částečně přispět k řešení energetických problémů budoucnosti, tzn. mohou vhodně doplňovat budoucí energetický mix, avšak samy o sobě nemají šanci vymazat stávající fosilní a jaderné zdroje z energetické mapy.*

Zdroj: <http://www.nazeleno.cz/nazelenoplus/komentare-1/5-iluzi-o-obnovitelných-zdrojích-nahradi-uhli-a-jadro.aspx>