

Zemský ráj to na pohled - díl první

Povídání o energetice z pohledu mírně poučeného, štouravého laika.
Jde o hromádku občas trochu nesouvislých postřehů z toho, co se o energetice můžeme dočíst.

Proč vlastně hledáme jiné zdroje energie? Odpověď je zdánlivě jasná. Jednak jsou zásoby některých paliv omezené a jednak dochází ke značnému poškozování přírody jednak na místní úrovni a jednak celosvětově.

V dokumentu Greenpeace nazvaném **Energetická [r]evoluce pro ČR¹⁾**, je uvedeno mimo jiné toto: *“...klimatická změna je celosvětovým environmentálním problémem číslo jedna... její hlavní příčinou jsou emise skleníkových plynů do ovzduší...v této souvislosti (je) hlavním škůdcem oxid uhličitý.”* [ZDE](#)

Nechci zde diskutovat o tom, jak velký vliv skleníkové plyny skutečně mají. Předpokládám, že se však všichni shodneme, že spalování miliónů tun uhlí, ropy a do značné míry i zemního plynu je špatné. Jde teď o to co s tím. Čím uhlí, ropu a pokud možno i zemní plyn nahradíme.

První možností je snížení celkové energetické náročnosti. Tady se obávám, že přes veškeré snahy bude ve vyspělých státech celková spotřeba elektrické energie v nejlepším případě stagnovat, ale nejpravděpodobnější bude další růst. V rozvíjejících se oblastech jako je Čína, Indie, Afrika, Jižní Amerika, spotřeba energie poroste velmi rychle.

Ano, existují programy jako „Zelená úsporám“ nebo „Kotlíkové dotace“, které sníží potřebu energie na vytápění, ale ty vedou ke snížení spotřeby uhlí, plynu a dalších paliv na vytápění. Nikoli ke snížení spotřeby elektřiny. [ZDE](#)

Jaké jsou úspory při využívání účinnějších spotřebičů? Přemýšlejme. Vyměníme v domácnosti všechny klasické žárovky (se žhaveným vláknem) za LED zdroje, které mají při stejném světelném toku cca 1/10 spotřeby. Ušetříme tedy na osvětlení 90% energie. Ale jak to je v praxi? Často si lidé nekoupí LED se stejným světelným tokem, ale o něco svítivější, protože i tak ušetří, byť nikoli 90%. A podívejme se na návrhy dnešních moderních bytů. Všude jsou LED zdroje.

Všude! Nejen jeden lustr pod stropem a malá lampička na čtení. Osvětlený je každý decimetr pracovní desky v kuchyni. Otevřeme šatní skříň nebo skříňku v kuchyni – rozsvítí se automatické osvětlení. Jsou-li tam LED pásky napájené 12V, je většinou napájecí zdroj trvale připojen na síť. Sáhněme si na něj. Bude teplý, protože spotřebovává energii, i když nic nesvítí. Řada domácností má více než 1 televizor. Přibýly spotřebiče, které v minulosti neexistovaly. Všechny energii spotřebovávají a v horizontu desetiletí se dá očekávat výrazný nárůst spotřeby elektřiny s rozšířením elektromobilů.

Existují dvě základní velmi diskutované cesty, jak ke (skoro) bezemisní energetice dojít. Je to jednak jaderná energie a za druhé obnovitelné zdroje (slunce, vítr, voda, biomasa). Ať bude následující text vyznívat jakkoli, jsem přesvědčen, že bychom měli umět získávat energii z jakéhokoli dostupného zdroje. Jde jen o to správně zdroje namířovat.

Bezpečnost

Zde mám na mysli bezpečnost z hlediska rizika úmrtí lidí při provozu, těžbě surovin i zhoršení zdravotního stavu vlivem znečištění prostředí – ovzduší, vody, apod. a také nehod. Při hledání informací narazíte na řadu studií, které zjišťují, jak to vlastně s bezpečností energetiky je. I když se v konkrétních číslech mohou lišit, pořadí je prakticky vždy stejné. Při zahrnutí všech předčasných úmrtí při těžbě paliv, vlastním provozu elektrárny, údržbě, znečištění prostředí, rizik při ukládání odpadů i havárií vychází jako nejhorší elektrárna na uhlí a nejbezpečnější jaderná. Výsledek jedné ze studií ukazuje následující tabulka.

| Energetický zdroj | Úmrtnost (počet úmrtí/bilion kWh) | Podíl na výrobě elektřiny |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Uhlí – globální průměr | 170 000 | 50 % globální elektřiny |
| Uhlí – Čína | 280 000 | 75 % čínské elektřiny |
| Uhlí – USA | 15 000 | 44 % elektřiny v USA |
| Ropa | 36 000 | 36 % energie, 8 % elektřiny |
| Plyn | 4 000 | 20 % globální elektřiny |
| Biopaliva/Biomasa | 24 000 | 21 % globální energie |
| Solární systémy (střešní) | 440 | < 1 % globální elektřiny |
| Vítr | 150 | ~ 1 % globální elektřiny |
| Voda – globální průměr | 1 400 | 15 % globální elektřiny |
| Jádro – globální průměr | 90 | 17 % globální elektřiny |

Zdroj: [ZDE](#) Další zdroje: [ZDE](#) a [ZDE](#). Větrná energetika je na tom z hlediska bezpečnosti relativně velmi dobře, ale i zde se najdou nehody [ZDE](#).

Strach z jaderné energetiky lze přirovnat ke strachu mnoha lidí z létání. V roce 2016 zemřelo při civilních leteckých nehodách v celém světě méně lidí, než v České republice na silnicích. Přitom se víc lidí bojí sednout do letadla, než do auta. [ZDE](#) a [ZDE](#).

Cena

Srovnání několika konkrétních elektráren: (zjednodušeno, bez započtení úroků)

| <i>Elektrárna</i> | <i>Celkové náklady Kč</i> | <i>Instalovaný výkon MW</i> | <i>Cena/ instalovaný výkon Kč/MW</i> | <i>Roční produkce GWh</i> | <i>Koef. ročního využití</i> | <i>Projektovaná životnost</i> | <i>Produkce/ životnost</i> | <i>Investiční náklady/ produkci (Kč/GWh)</i> |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| FVE Vepřek ⁵⁾ | 2 700 000 000 | 35 | 77 142 857 | 34 | 0,11 | 30 | 1 030 | 2 620 911 |
| Střešní FVE na klíč ³⁾ | 140 000 | 0,0026 | 53 846 154 | 0,00255 | 0,11 | 30 | 0,0765 | 1 830 065 |
| VE Pchery ²⁾ | 190 000 000 | 6 | 31 666 667 | 11 | 0,21 | 20 | 220 | 863 636 |
| Uhelná el. Hamburk ⁴⁾ | 80 000 000 000 | 1650 | 48 484 848 | 8 500 | 0,59 | 40 | 340 000 | 235 294 |

| | | | | | | | | |
|--|-----------------|------|-------------|--------|-----|----|-----------|----------------|
| JETE dostavba (<i>dražší varianta</i>) | 500 000 000 000 | 2400 | 208 333 333 | 16 819 | 0,8 | 60 | 1 009 152 | 495 465 |
| JETE dostavba (<i>levnější varianta</i>) | 250 000 000 000 | 2400 | 104 166 667 | 18 922 | 0,9 | 60 | 1 135 296 | 220 207 |

- 1) Energetická [r]evoluce pro ČR (ER pro ČR) - [ZDE](#)
- 2) Větrná elektrárna Pchery - [ZDE](#)
- 3) Solární elektrárna na klíč - [ZDE](#)
- 4) Uhelná elektrárna Hamburk - [ZDE](#)
- 5) Solární elektrárna Vepřek - [ZDE](#)

V přepočtu na vyrobenou energii vychází jako nejdražší elektrárny solární a nejlevnější uhelné. Přesně tak jak se to objevuje v mnoha odborných člancích, na toto téma.

Jak je to s tzv. „trvalou udržitelností“ si můžeme ukázat například větrných elektráren. Většina větrných elektráren je povolována jako **dočasné stavby na 20 – 25 let** s povinností je poté odstranit a uvést pozemek do původního stavu. Projektovaná životnost technologie je 20 let. I v tom nejpříznivějším případě, to znamená po 20 letech generální rekonstrukci a nové povolovací řízení pro udělení další licence. Může to však dopadnout i tak jako v případě elektrárny na Medvědí hoře v Jeseníkách, kdy starým větrníkům končí stavební povolení a nový větrník neprošel přes ministerstvo životního prostředí. – [ZDE](#)

Další srovnání. Odhadovaná cena za dostavbu JE Temelín byla před několika lety 250 – 300 miliard korun. Podle vyjádření tehdejšího ministra životního prostředí Tomáše Chalupy, zaplatíme za fotovoltaiku 1 bilion korun. [ZDE](#) Přitom fotovoltaické elektrárny dodávají cca 2% produkce. (Data za rok 2015 [ZDE](#)) Dostavené bloky JETE by pokryly 15-20% (podle toho, jaké konkrétní reaktory by byly vybrány), a jejich projektovaná životnost by byla minimálně 60 let. Z toho vyplývá, že i kdyby stála dostavba JE Temelín 500 miliard, byla by ve srovnání s fotovoltaikou za babku. Jsem si vědom, že zde jde zejména o špatně nastavená pravidla. Nic to však nemění na tom, že výše uvedený bilion zaplatíme. Jakou kdo zde hrál úlohu, už asi nikdo nezjistí. Napadá mě však v této souvislosti jedno heslo z Wikipedie [ZDE](#). A ještě jedno přirovnání ceny. Čínská vodní elektrárna Tři soutěsky stála 40 miliard dolarů neboli 1 bilion korun (tedy tolik, kolik nás bude stát fotovoltaika). Má instalovaný výkon 22,5 GW a produkuje 90 – 100 TWh bezemisní energie ročně. Má tedy větší výkon a produkuje více elektřiny, než všechny české elektrárny dohromady. [ZDE](#)

Externality

Externalita jsou obecně vedlejší náklady nebo vedlejší dopady na nějakou činnost, které však nejsou započteny do ceny za výrobek (činnost). Jedna z definicí zní takto: „*Externalita nastává, když "Jedna osoba (A) při poskytování služeb, za které dostane zapláceno od druhé osoby (B), současně poskytuje služby nebo působí poškození dalším osobám, které za ni neplatí nebo naopak nejsou schopni od osoby A získat kompenzaci."* [ZDE](#)

Co vše by se mělo do externalit započítat při získávání energie? Některé položky jsou jasné, byť netvrdím, že snadno ocenitelné.

Jasnou položkou je například poškození krajiny při těžbě paliva pro elektrárnu. Všichni známe „měsíční krajinu“ na místech povrchových hnědouhelných dolů. Dále ukládání odpadů, což může být úložiště popílku nebo vypouštění SO₃, NO_x a hlavně CO₂ do ovzduší a následné dopady na životní prostředí. Neboli vzduch, který dýcháme, je pro uhelnou elektrárnu skládkou odpadů.

Pak jsou další externality, které nejsou až tak zjevné, nebo jsou ignorovány, resp. se k nim přistupuje podle toho, který zdroj máme v oblibě.

V souvislosti s dostavbou JE Temelín, se objevují protesty mimo jiné i vůči stavbě 120 km dlouhé linky VVN do rozvodny Kočín. [ZDE](#). Námitky vycházejí jednak z estetických dopadů na krajinu, „...dráty hyzdí naše okolí...“, a jednak z fyzických důsledků. Pro představu: u linky 400 kV je vzdálenost mezi vodiči 12 metrů, [ZDE](#) ochranné pásmo má hranici 20 metrů od krajního vodiče. [ZDE](#) Celková šíře ochranného pásma jednoduché linky je tedy 56 – 64 metrů v závislosti na konstrukci stožárů. V ochranném pásmu se nesmí umísťovat stavby a nesmí růst porost vyšší než 3 metry. Vede-li tedy linka lesem, bude pod ní pruh bez vzrostlých stromů, široký kolem 60 metrů. [ZDE](#) V neposlední řadě to je cena. Předpokládaná částka za celou linku je 12 miliard korun. Tedy 100 miliónů Kč/km. K tomu Edvard Sequens ze sdružení Calla řekl: „Česká republika má i jiné možnosti k řešení svých energetických potřeb, než je stavba nových reaktorů. Cenu 12 miliard korun, případně i více, které budou stožáry a dráty stát, zaplatí všichni spotřebitelé elektřiny, v ceně nových reaktorů se neprojeví“.

[ZDE](#) Podívejme se tedy, jaké jiné možnosti máme k dispozici.

Ucelený dokument představující budoucnost naší energetiky bez jádra a uhlí, postavenou na obnovitelných zdrojích vydala organizace Greenpeace pod názvem: *Energetická [r]evoluce pro ČR*. (Dále jen **ER pro ČR**) [ZDE](#)

V kapitole 3 je návrh na – cituji: „... posílení přenosové soustavy uvnitř Evropy i propojení se severní Afrikou,... . Jednou z podmínek jejich (tj. obnovitelných zdrojů – pozn. autora článku) *efektivního využití je totiž možnost přenosu vyrobené elektřiny do míst s momentálně nepříznivými podmínkami. Zatímco například během podzimních inverzí je česká kotlina řadu dní bez slunce a v bezvětří, v evropském měřítku je pravděpodobnost podobné situace mizivá. **Zvýšení kapacity přenosových soustav umožňuje také využití většího množství obnovitelné elektřiny vyrobené za příznivých podmínek.***“ – konec citátu.

Je tedy zajímavé, že stavba 120 km linky VVN z jaderné elektrárny do rozvodny, představuje brutální zásah do krajiny a naproti tomu stavba tisíců km velkokapacitních linek křížem krážem Evropou, nikoli jako náhrada, ale jako doplněk stávajících sítí je považována za samozřejmost.

Německo se rozhodlo vybudovat páteřní linku od severních větrných elektráren, k napájení průmyslového Bavorska na jihu. Linka, dlouhá 800 km měla stát 4 miliardy €. S ohledem na odpor veřejnosti bylo rozhodnuto uložit většinu vedení pod zem. Ukončení stavby bylo posunuto z roku 2022 na rok 2025.

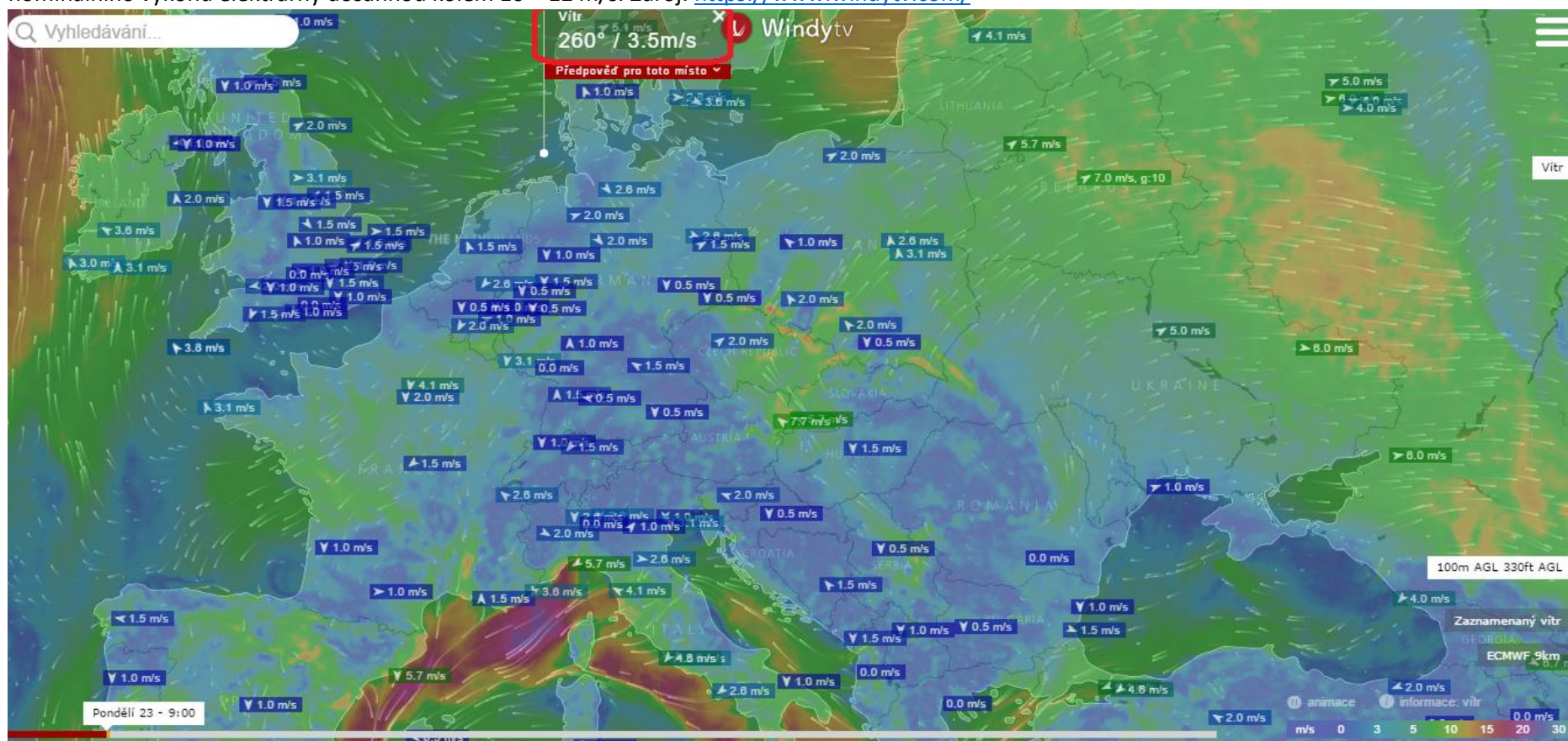
Předpokládané náklady vzrostly na 12 miliard €, tj. přes 300 miliard Kč, [ZDE](#) a jak už bylo výše řečeno: „Zaplatí to všichni spotřebitelé elektřiny. V ceně elektráren se neprojeví.“ Jde tedy o naprosto ukázkovou externalitu. Mimochodem – nadzemní linka VVN vypadá hnusně, představuje navíc riziko pro přeletující ptáky. Podzemní varianta je nenápadná, zvířata neohrožuje, ochranné pásmo je úzké (jen 3 m od krajního kabelu u linky nad 110 kV). Ale stavba je několikanásobně dražší a linku nesmí přejíždět mechanismy těžší než 6 tun. [ZDE](#) Jaké to má dopady na zemědělství a lesnictví, si můžete představit sami.

Resumé: stokilometrová linka je vážný zásah do krajiny, linky násobně delší, pro propojení s druhým koncem Evropy je bezproblémová samozřejmost.

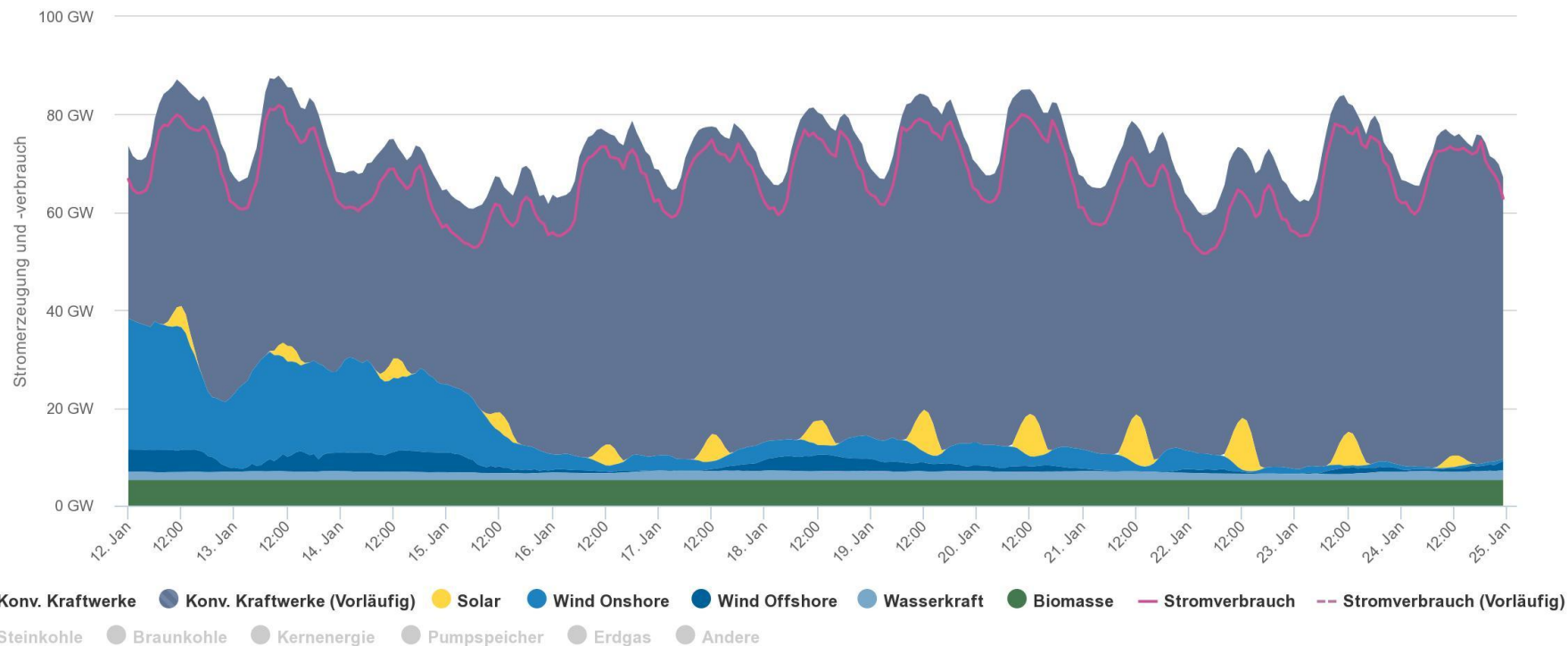
O spolehlivosti dodávek energie z větru jsme si mohli udělat obrázek v letošním lednu.

Na obrázku si můžete prohlédnout, jak vypadalo počasí na velké části Evropy 24. 1. 2017. Zobrazená rychlost větru (v barvách) je ve výšce 100 m – tedy v hladině, kde pracují velké větrné elektrárny, a zvýrazněná hodnota na severu se týká oblasti Severního moře, kde jsou Německé větrné parky. (Jednotlivé

štítky jsou data z meteorologických stanic, z výšky 10 m nad zemí) Připomínám, že startovací rychlost VE je zpravidla při rychlosti větru kolem 4 m/s a nominálního výkonu elektrárny dosáhnou kolem 10 – 12 m/s. Zdroj: <https://www.windytv.com/>



[ZDE](#) si můžete ověřit, že německé větrné elektrárny dodávaly 24. 1. 2017 méně než 1 GW, a dovézt elektřinu nebylo jaksi odkud. (O 12 dnů dříve to bylo 30 krát více)



Agora Energiewende; Stand: 14.02.2017, 09:10

Ještě jinak – zvýší-li Německo instalovaný výkon svých větrných elektráren na dvojnásobek až trojnásobek, může v době, kdy fouká, pokrýt téměř celou svou spotřebu jen z větru. Až se vítr uklidní, nestačil by ani desetinásobný výkon. Rozdíl musí zálohovat uhelné elektrárny, které představují další externalitu. Jde o to, mít nějakou rezervu, pro případ, že elektrárna z jakéhokoli (plánovaného, či neplánovaného) důvodu nevyrobí. U tepelných elektráren (jaderné, uhelné, plynové, na biomasu) se minimální nutná velikost záložního zdroje (záložních zdrojů), rovná kapacitě největšího bloku, protože jednotlivé elektrárny jsou zpravidla na sobě nezávislé. V případě našich jaderných elektráren to je tedy přibližně 1000 MW. Síť postavená na větrných a solárních elektrárnách musí mít záložní zdroje, rovnající se celkovému instalovanému výkonu. **ER pro ČR** počítá, že bychom do roku 2050 měli ve větrných a solárních elektrárnách instalovaný výkon 14 000 MW. Ovšem solární elektrárny připojené do sítě, fungují v podstatě jako jedna velká elektrárna. Bez ohledu na to, jak jsou decentralizovány. Bude-li tedy zimní inverze nad podstatnou částí Evropy (jako v letošním lednu), nezbyde nám, než si vzít svíčky a jít se klouzat – doslova. Alespoň se zahřejeme. Představa, že bychom deficit kryli dovozem, je mírně řečeno scestná. Vždyť ty elektrárny v zahraničí někdo musí postavit, zaplatit a

elektřinu k nám dovézt. Tedy vybudovat přenosové vedení. Opravdu by si naši sousedé nechali na svém území postavit elektrárny a linky, které vlastně nebudou potřebovat? Budou členové ekologických organizací demonstrovat a tvořit živé řetězy „Na podporu stavby linek pro čistou energii?“ Proč se demonstruje „proti stavbě čehokoli“, ale nedemonstruje se „za stavbu něčeho“.

Abychom omezili dovoz/vývoz, lze přebytky z doby, kdy svítí Slunce a fouká vítr uložit. Jediným v současné době dostupným způsobem uložení přebytků, je přečerpávací vodní elektrárna. Bohužel jde o velmi omezené řešení. Vhodné na vyrovnávání výkyvů v řádu hodin, ale nereálné pro vyrovnávání sezónních změn. Přečerpávací vodní elektrárna ovšem představuje docela drastický zásah do krajiny, umocněný tím, že je její budování možné pouze v některých lokalitách, zpravidla v cenných horských oblastech. Naše nejvýkonnější PVE – Dlouhé Stráně v Jeseníkách u mnoha lidí vzbuzuje odpor, protože jde o – cituji: „*Brutální antropotvar ...a je pohrobkem bezohledné socialistické megalomanie...*“ – konec citátu. [ZDE](#) Přitom je z mnoha ohledů vsazena do krajiny velmi citlivě.

V **ER pro ČR** jsou sice negativní dopady PVE zmiňovány, ale jako samozřejmost se bere plán s propojením větrných farem v Severním moři s přečerpávacími elektrárnami v Norsku. Rád bych viděl, jak budou reagovat Norové, když se jim řekne, že v zájmu ochrany přírody musí strpět stavbu „brutálních antropotvarů“ na svém území.

Stavba jakékoli elektrárny není jen zásah do krajiny v místě, kde stojí a případně další zásah spojený s těžbou a ukládáním odpadů. Jde i o těžbu a zpracování stavebních (konstrukčních) materiálů, hlavně betonu a oceli. Musíme někde vytěžit vápenec, v cementárnách vypálit (s využitím fosilních paliv) a semlít. Jinde vytěžit železnou rudu, ve vysoké peci vyrobit železo a následně zpracovat na ocel. Vše za vysokých teplot s využitím fosilních paliv. Srovnajme si tedy dvě elektrárny, které za provozu nevypouštějí CO₂. Ohromnou stavbu jaderné elektrárny a elegantní štíhlou elektrárnu větrnou.

Jeden výrobní blok JE Temelín obsahuje přes 100 000 m³ betonu (tedy cca 250 000 tun) a 30 000 tun oceli. [ZDE](#) Chladicí věž má hmotnost 27 000 tun. [ZDE](#) Vynásobme si to dvěma a přidejme další pomocné stavby – sklady, obslužné budovy. Dostáváme se k číslům - kolem 1 miliónů tun betonu a 100 - 150 tisíc tun oceli a dalších kovů.

Větrná elektrárna o výkonu 2 MW stojí na základové železobetonové desce o objemu cca 500 m³, tj. cca 1200 tun betonu. Základní ocelový kruh 28 tun a armování 40 tun, představuje celkem 68 tun oceli. Stožár vysoký 90 metrů - cca 200 tun oceli, strojovna - cca 70 tun, rotor - 40 tun. Celkem tedy asi 380 tun. Pro stavbu větrných elektráren se stejným instalovaným výkonem jako JE Temelín (tedy 1000 x 2MW), je tedy potřeba 1 200 000 tun betonu a 380 tis. tun oceli. [ZDE](#) Protože konkrétních příkladů není nikdy dost, ještě jeden. Německý větrný park BARD Offshore 1 o celkovém instalovaném výkonu 400 MW (80 x 5 MW) spotřeboval 120 000 tun oceli. [ZDE](#) Tedy zhruba tolik, kolik se spotřebovalo na stavbu JE Temelín. Při produkci 10 x menší.

Projektovaná životnost větrných elektráren je 20 – 25 let, projektovaná životnost jaderných elektráren minimálně 60 let. Množství vyrobené elektřiny je však u stejně výkonných větrných elektráren přibližně 4 krát menší, proto je nutno celý výkon zálohovat jinými elektrárnami, pokud možno nezávislými na počasí s použitím odpovídajícího množství betonu a kovů. Nebo postavit 4 krát více větrných elektráren a jejich výkon někde uložit. Kde? Nebo energii převést do míst kde nefouká, někde na do jiné části Evropy s nutností stavby velkokapacitních přenosových linek.

Uvedu jeden konkrétní příklad linky vybudované mimo jiné pro zvládnání neplánovaných přetoků energie ze severního Německa, postavené ze severozápadních do středních Čech. Linka má délku necelých 100 km a jde o zdvojení stávající linky. Investor – státní firma ČEPS si pochvaloval, že stavba

trvala od začátku projektu „pouhých“ 9 let. Na stavbu bylo použito 270 stožárů o celkové hmotnosti 8276 tun a 1764 km fázového vodiče. Cena byla 2,75 miliardy korun. [ZDE](#)

Pokračování příště

Zemský ráj to na pohled - díl druhý

Budoucnost

Jak už bylo řečeno v prvním díle, existuje ucelený návrh na přeměnu naší energetiky tak, aby byla postavena na obnovitelných zdrojích. Bez jádra a téměř bez uhlí. Podívejme se tedy, jak by vypadala naše budoucí krajina, podle **ER pro ČR**, vydané Greenpeace. [ZDE](#)

Častá a je třeba říct, že oprávněná výtka vůči jakýmkoli zdrojům energie je devastace krajiny. Otázka je, co si vlastně máme pod pojmem „zničená krajina“ představit. Při pohledu na desítky až stovky km² „měsíční krajiny“ na místě severočeských uhelných dolů, se zdá vše jasné. Podobné to bude i při pohledu na jizvy lomů na těžbu vápence a dalších hornin. Mnoho lidí však vnímá jako zničenou i krajinu, na které vidí les větrníků nebo síť elektrovodů.

Protože žádný zdroj není absolutně dobrý, ani absolutně špatný, pokusím se jednotlivé elektrárny srovnat z hlediska jejich dopadu na krajinu a biodiverzitu – tedy druhovou rozmanitost rostlin i zvířat.

Jako výchozí vezmeme uhelné elektrárny. Podle Sdružení Calla, je těžbou uhlí zasaženo na území ČR 270 km² (27000ha). [ZDE](#) Podle **ER pro ČR** to je 300 km². Instalovaný výkon uhelných elektráren (2015) je 10838 MW. [ZDE](#) Znamená to, že na 1 km² zničeného území připadá asi 40MW instalovaného výkonu.

Produkce elektřiny netto (2015) 40614 GWh. Neboli z 1 ha krajiny získáme 1504 MWh el. energie. Přitom vlastní elektrárna s pomocnými provozy zabírá jen zlomek plochy. Například areál elektrárny Tušimice zabírá plochu cca 2 km² a má instalovaný výkon 800 MW. (400MW/km²)

Nahradíme-li instalovaný výkon uhelných elektráren solárními zdroji, potřebujeme pro stejný instalovaný výkon plochu 216 km² (50MW instalovaného výkonu/km²), ovšem ze stejného výkonu získáme cca 3 – 4 x méně elektřiny. Buď tedy celý výkon zálohujeme jiným zdrojem nezávislým na počasí (uhlí, biomasa, jádro) nebo budeme problém řešit podobně jako u větrníků přenosem na druhý konec Evropy s nadějí, že nám později někdo něco poskytne.

Bohužel v zimě, kdy je největší spotřeba elektřiny, je taky nejkratší den. Solární a z velké části i větrné elektrárny v podstatě vždy fungují jako jedna velká neřiditelná elektrárna. Můžeme je sice prakticky libovolně vypínat v době přebytku, bohužel když slunce zapadne a/nebo se uklidní vítr, nebudeme mít elektřinu nikde. Solární elektrárny, které by byly schopny vyprodukovat stejné množství energie, jako uhelné v roce 2015, by pokrývaly plochu zhruba 750 km². Výhodou solárních elektráren je možnost instalovat panely na budovy. Zde by zásah do krajiny mohl být naprosto minimální, avšak zůstává nutnost zálohování. Takže výkon panelů na střechách = výkon záložních elektráren v krajině.

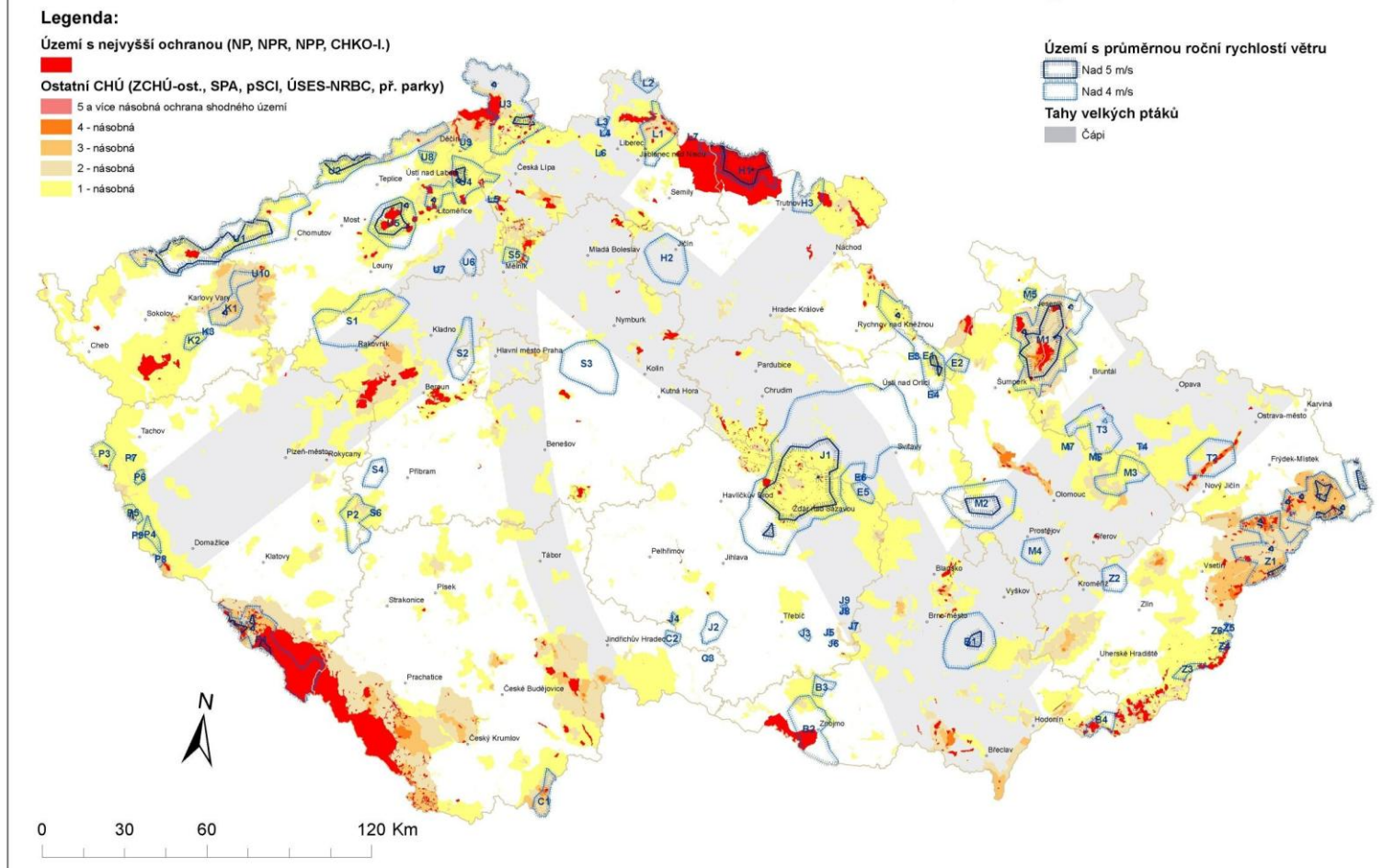
Podle pokročilého scénáře **ER pro ČR** bychom do roku 2050 měli mít ve fotovoltaice instalovaný výkon 5,8 GW a produkci 8,8 TWh. Koeficient ročního využití (dále jen Kv) 0,115. Plocha, kterou panely zaberou, by byla přes 100 km². Výhodou je možnost umístění na budovách, takže nemusíme jít do krajiny. Zůstává potřeba 100% zálohy.

Větrné elektrárny by v roce 2050 měly dodávat 12 TWh z instalovaného výkonu 5,8 GW. (Kv 0,23)

Větrné elektrárny jsou na tom z hlediska koeficientu ročního využití lépe než fotovoltaika, (0,21/0,11) a navíc je jejich produkce výhodněji rozložena v průběhu roku. V zimních měsících je v průměru vyšší než v létě. [ZDE](#) Komplikace však nastanou v případě výběru místa pro instalaci VE. Pokud se podíváme na větrnou mapu ČR a srovnáme ji s riziky střetů s ochranou přírody, zjistíme, že většina největrnějších lokalit se překrývá s nejcennějšími lokalitami z pohledu ochrany přírody.

Zdroj: [ZDE](#)

Území vhodná pro umístění větrných elektráren rozbor závažnosti střetů s ochranou přírody



Samozřejmě nám z technického hlediska nic nebrání postavit větrné farmy na hřebenech Jeseníků, Beskyd nebo Krkonoš, ale zkuste s tímhle nápadem přijít! Na 1 km² lze umístit v průměru VE o celkovém výkonu 7 MW, které vyrobí cca 12GWh el. energie. Větrníky je nutno stavět s odstupem 6 – 10 násobek průměru rotoru z důvodu turbulencí, které vznikají za listy, a které nepříznivě ovlivňují činnost dalších větrníků. Například německý větrný park BARD

Offshore 1 v Severním moři, je tvořen 80 pětímegawattovými větrníky, postavenými na ploše 59 km². [ZDE](#) Pro 5,8 GW instalovaného výkonu plánovaných **ER pro ČR**, bychom musili na ploše přes 800 km², rozmístit 2900 dvoumegawattových elektráren. (Nebo 1160 pětímegawattových) Přednostně v kopcovitých oblastech relativně daleko od míst spotřeby. [ZDE](#) Jaké důsledky by to mohlo mít na populace velkých ptáků, si můžete přečíst [ZDE](#). V angličtině [ZDE](#). Video [ZDE](#).

Instalovaný výkon vodních elektráren by se měl do roku 2050 zvýšit z 1 GW na 1,4 GW. Domnívám se, že jde o zcela nereálný plán. Kapacita velkých elektráren je už prakticky vyčerpaná a v případě malých VoE to není o nic lepší. Často uváděný názor, že MVoE lze rozmístit rovnoměrně po celém území [ZDE](#) je v rozporu se současným seznamem MVE, kde je vidět, že převážná většina z nich je na několika větších řekách – Labe, Vltava, Morava, Dyje,... [ZDE](#) Zůstává sice ještě řada lokalit, kde jsou bývalé náhony k mlýnům, hamrům apod., ale na malých tocích dojde v případě sucha k takovému poklesu průtoku, že znemožní produkci elektřiny, resp. dochází ke konfliktům s vodáky, rybáři i orgány ochrany přírody, protože elektrárna musí ponechat tzv. minimální zůstatkový průtok mimo turbíny. [ZDE](#), [ZDE](#). Stavba nových větších hrází narazí na odpor místních obyvatel i na odpor orgánů ochrany přírody.

Geotermální elektrárny

Geotermální elektrárny jsou do značné míry exotickým zdrojem energie. Přesto **ER pro ČR** počítá s budováním elektráren s instalovaným výkonem 1,4 GW a produkcí 7,7 TWh. Jde o technologii málo vyzkoušenou, která nese značná rizika, je investičně velmi drahá a s „trvalou udržitelností“ to taky není slavné. V našich podmínkách je jedinou možností využití metody horkých, suchých hornin - Hot Dry Rocks (HDR). V tomto případě jsou základem nejméně 3 vrty – jeden injektážní a dva produkční, vedoucí do hloubky 3 – 5 km, kde je teplota 180 – 200°C. Uvádí se, že pro dostatečnou produkci elektrické energie je potřeba výměníků o ploše 5 km² až 10 km² a vtláčování 50 l až 100 l vody za sekundu při tlacích až 40 MPa. Množství tepla odebírané elektrárnou je mnohem větší, než množství tepla, které do „těženého ložiska“ přichází z okolí, takže se horniny postupně ochlazují. Z 1 km³ hornin lze odebrat 30MW tepla, po dobu cca 30 let. Poté je nutno vybudovat nové vrty o několik km dále. [ZDE](#) S riziky při budování geotermální elektrárny se setkali obyvatelé Basileje, kdy voda vtláčovaná do hornin v hloubce 5 km vyvolala zemětřesení o magnitudě 3,4, se škodami kolem 9 000 000 dolarů. [ZDE](#) Projekt byl následně ukončen. Projektovaná geotermální elektrárna v Litoměřicích počítá s Investičními náklady 1,1 [ZDE](#) - 2,5 miliardy korun. [ZDE](#). Výkon 50 MW tepelných a 5 MW elektrických. (Tj. 220 miliónů – 500 miliónů Kč/MW). **ER pro ČR** předpokládá investiční náklady ve výši 10 300 €/kW a do roku 2050 pokles na neobyčejně optimistickou hodnotu 3180 €/kW. (278 000 Kč na 86 000 Kč) Jde tedy o podobnou částku jako u plánované dostavby JE Temelín, ale s kratší životností.

Biomasa

Biomasa je považována v našich podmínkách za velmi perspektivní obnovitelný zdroj energie. Elektrárny na biomasu mají navíc jednu nepopiratelnou výhodu - nejsou závislé na aktuálním počasí. Stačí sklídit dostatek paliva a můžeme topit ve dne i v noci, v létě i v zimě. Příští rok zase naroste. Navíc technologie pro pěstování energetických rostlin jsou často stejné nebo podobné, jako ty, které se používají pro pěstování potravin. Jsou rozšířené a vyzkoušené. Vlastní elektrárna zabírá podobně jako uhelná poměrně malou plochu. Navíc lze elektrárny na biomasu rozmístit po celém území, protože palivo vypěstujeme v okolí. Potíž nastane, pokud začneme řešit praktické problémy a začneme počítat.

Představme si elektrárnu na biomasu o výkonu 100 MW, s koeficientem ročního využití 0,66. Tedy o něco méně, než je průměr uhelných elektráren. Ročně vyrobí přibližně 580 000 MWh, při spotřebě 580 000 tun biomasy. (Optimistická měrná spotřeba paliva je cca 1t/1MWh. Reálná je vyšší. [ZDE](#)) Zatímco uhelná

elektrárna s výkonem 100 MW zabere i s dolem na těžbu uhlí 2,5 km², pro ekologickou elektrárnu na biomasu budeme potřebovat při optimistickém výnosu kolem 10 t/ha 58 000 ha, tj. 580 km². Jak vypadá pěstování biomasy v praxi, najdete [ZDE](#). Jde o intenzivní zemědělství, s využitím vysokých dávek hnojiv a pesticidů. [ZDE](#) Nápad na zavádění nepůvodních invazních rostlin (křídlatky) a ještě je intenzivně hnojit, nemá s ochranou přírody nic společného. [ZDE](#). V **ER pro ČR** se počítá s tím, že by většina elektráren na biomasu pracovala jako kogenerační jednotky – tedy společná výroba elektřiny a tepla. Následující výpočty jsou tedy pro celkovou potřebu energetické biomasy. Plán je získat 299 PJ energie v roce 2050. S využitím informací odborníků [ZDE](#) jsem se pokusil spočítat, jak velká plocha by byla potřebná pro získání 299 PJ z biomasy. Následující tabulka je převzata [ZDE](#) zkrácena a doplněna výpočtem plochy, potřebné k zajištění produkce 299 PJ (tj. 299 000 000 GJ) a výpočtem množství biomasy v tunách. Jak z ní vyplývá, potřebovali bychom mimo jiné i skladovací prostory na minimálně 20 mil. tun biomasy. Prostory, kde se dá hmota nejen skladovat, ale i dosoušet!

| Druh rostl. biomasy | Energetická produkce 1ha (GJ) | Potřebná plocha ha | % výměry ČR (7886600 ha) | Potřebné množství biomasy (t) |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Celé nadzemní rostliny žito ozimého | 168,3 | 1 776 589 | 23% | 19 542 484 |
| Celé nadzemní rostliny Triticale | 186 | 1 607 527 | 20% | 19 290 323 |
| Čiroky (průměr) | 123,9 | 2 413 236 | 31% | 19 547 215 |
| Konopí seté | 122,5 | 2 440 816 | 31% | 19 282 449 |
| Psineček veliký | 120,1 | 2 489 592 | 32% | 19 169 858 |
| Kostřava rákosovitá | 118,6 | 2 521 079 | 32% | 19 160 202 |
| Lesknice rákosovitá | 99,4 | 3 008 048 | 38% | 19 251 509 |
| Ozdobnice čínská | 235,2 | 1 271 259 | 16% | 17 797 619 |
| Křídlatka česká | 157,6 | 1 897 208 | 24% | 19 541 244 |
| Energetický šťovík | 132,2 | 2 261 725 | 29% | 20 355 522 |
| Topoly obmytí (průměr) | 121,4 | 2 462 932 x 3 | x | 17 486 820 |
| Vrby (obmytí) | 117,3 | 2 549 020 x 3 | x | 17 588 235 |

I ta nejnvýnosnější plodina, kterou je ozdobnice čínská by vyžadovala téměř 1,3 miliónů ha. Má-li někdo námitky, že by byla zabraná půda pro pěstování potravin, je ujištěn, že se energetická biomasa dala pěstovat na půdách nevhodných pro zemědělství. Obrátíme-li se však pro radu na odborníky, dozvíme se že ozdobnice potřebuje v zásadě tu nejurodnější půdu – cituji: „*vyžaduje podobné podmínky jako kukuřice...asi 700-800 mm srážek za rok. Není-li dostatek srážek, může být doplňující závlaha nutná.*“ – konec citátu. [ZDE](#)

A znovu výpočty pro představu, jak ohleduplně budeme s krajinou zacházet. Pro skladování biomasy potřebujeme skladovací prostory v objemu cca 5 - 10m³/t. (lisovaná sláma 0,1t/m³, štěpka cca 0,2t/m³ [ZDE](#)) sklady pro 20 miliónů tun biomasy by musily mít objem 150 – 200 miliónů m³. Pokud bychom skladovali 1 tunu/m² podlahové plochy, potřebovali bychom vnitřní výšku skladů cca 5 – 10 metrů a zastavěná plocha by činila až 200 miliónů m² = 20 000 ha = 200 km². Biomasu nelze těžít postupně podle potřeby jako uhlí. Musí se sklídit naráz a na rok dopředu. V **ER pro ČR** se počítá s tím, že většina elektráren na biomasu bude fungovat jako kogenerační zdroje, tedy jako teplárny. Otázkou je, kde se bude teplo z tepláren využívat? Možná vás napadne vytápění budov. Při instalovaném výkonu 3,1 GW a produkci 18 TWh, vychází Kv 0,66. Odpovídá to situaci, kdy zdroje pracují v průměru 8 měsíců v roce, 24 hodin denně na plný výkon. Ovšem sama **ER pro ČR** uvádí, že po roce 2020 budou nové budovy samy pokrývat část své vlastní spotřeby z obnovitelných zdrojů. Nejjednodušším a tedy asi nejrozšířenější variantou bude zajištění teplé vody a vytápění ze solárních kolektorů. Vytápění z vnějších zdrojů tedy nebude potřebné.

Předpokládáme-li, že v roce 2050 budou téměř všechny novější budovy zateplené natolik, že budou vyžadovat vytápění jen při teplotách hluboko pod bodem mrazu, je zřejmé, že pro teplo nebude uplatnění. Je tady samozřejmě i celoroční potřeba technologického tepla pro průmysl, ale ER počítá zároveň s kogeneračními zdroji a plynovými (12 TWh), které se hodí pro průmysl daleko lépe a geotermálními (3,7 TWh). Nebude-li pro teplo využití, nejedná se o kogeneraci, ale o produkci elektřiny s nízkou účinností. Tedy mrhání zdroji.

Ještě jedno srovnání. Na obrázku vidíte letecký snímek JE Temelín s okolím.



Originál snímku najdete [ZDE](#). Areál elektrárny zabírá přibližně 160 ha. Žluté plochy v okolí, jsou pole kvetoucí řepky. Zvýrazněná, červeně lemovaná pole představují přibližně stejně velkou plochu jako areál JETE – tedy 160 ha. Při výnosu 3t/ha a olejnatosti 50%, z nich sklídíme 240 tun oleje – tj. cca necelých 265 000 litrů. (hustota řepkového oleje 0,91 – 0,92) Auta se spalovacím motorem se spotřebou 5l/100 km na toto množství ujedou 5 280 000 km. Elektromobily se spotřebou 20 kWh/100 km, budou potřebovat na stejnou vzdálenost 1 056 MWh. JE Temelín s výkonem 2 x 1050 MW, vyrobí potřebné množství energie za 30 minut. Na polích „vyrostě“ stejné množství za 1 rok. Ani u jednoho zdroje nepočítám další náklady. Těžbu a zpracování uranu, ukládání odpadů, atd. u JE, ani náklady na obdělávání polí, sklizeň a výrobu MEŘO (metylester řepkového oleje), který teprve spalujeme v motorech.

Řada ekologických organizací je zapojena do kampaně Stop palmovému oleji [ZDE](#). Jde o kampaň bojující za omezení spotřeby palmového oleje. V Indonésii a dalších tropických zemích jsou likvidovány původní deštné lesy pro vysazování plantáží olejních palm, ale rovněž je zabírána zemědělská půda využívána pro pěstování potravin. Dochází tedy k přeměně na „Zelenou poušť.“ [ZDE](#) a [ZDE](#).

Bohužel v mnoha případech stejné organizace vášnivě obhajují rozšiřování ploch energetických plodin na našem území. Například Calla - sdružení pro záchranu prostředí, navrhuje přeměnit do 30 let na monokultury energetických plodin v ČR až 1,5 miliónů hektarů půdy [ZDE](#).

Již zmíněna organizace Greenpeace v **ER pro ČR** až 2,5 miliónů ha. Tady si dovolím malou odbočku k ekologickému zemědělství. Jedním ze zdůrazňovaných kladů ekologického hospodaření je uzavřený tok živin a vrácení co největšího množství organické hmoty do půdy.

Konvenční zemědělci na to prý nedbají, a proto je jejich půda mrtvá, bez organické hmoty. Zajímavé je, že balík slámy s nálepkou „Organická hmota“ je potřeba vrátit do půdy. Stačí, když na stejný balík dáte nálepku „Biomasa“, změní se jako kouzlem na palivo, určené k tomu, abychom ho obrátili v prach a popel. Obojí je skvělé a zachraňuje planetu. Rozumí tomu někdo?

Ale zpátky do reality. Toto je návod jak pěstovat rychle rostoucí energetické dřeviny? Cituji:

„Podzimní příprava po sklizni předchozí plodiny zahrnuje:

- *postřik herbicidem na bázi glyfosátu*
- *kultivace*
- *podzimní orba*

Jarní příprava plochy pro výsadbu řízků rychle rostoucích dřevin zahrnuje:

- *srovnání povrchu bránami*
- *postřik herbicidem*

*Krátce poté následuje mechanizovaná výsadba řízků do půdy... Od dubna do června podle potřeby přidáváme dusíkaté hnojivo a v případě nutnosti se provádí postřik proti škůdcům a další postřik herbicidem proti plevelům. Až do skončení vegetace provádíme odplevelování mechanickou kultivací půdy... [ZDE](#) Kořenová konkurence plevelů vede ke značnému zpomalení růstu, proto je nutné plevel omezovat co nejdříve po výsadbě a pokračovat až do sklizně. Nejúčinnější metodou je **kombinace chemické a mechanické kontroly plevelů**. ... [ZDE](#)*

Důležitá je také činnost související s likvidací energetické plantáže, obvykle po 21 letech nebo později. Půdní nebo pařezovou frézou odstraníme pařezy s kořeny do hloubky 40–60 cm. Tato činnost je časově náročná a znamená druhý nejvyšší jednorázový výdaj v průběhu pěstování rychle rostoucích dřevin. Zemědělská půda je za rok po sklizni RRD použitelná k následnému pěstování jednoletých plodin, ale doporučujeme provést postřik herbicidem, hlubokou orbu a biologickou rekultivaci po dobu jednoho vegetačního období.“ – konec citátu. [ZDE](#)

Neboli: je potřeba vyhubit všechny divoké rostliny, aby nekonkurovaly našim bio. A když už se najde někdo, kdo by se zde mohl žít, je to škůdce určený ke zničení. A ještě jinak: „*Toto je plocha, na které by se mohly pěstovat skvělé energetické rostliny. Zatím se tady drze roztahuje nějaká příroda, ale s tím uděláme krátký proces.*“

Je pravda, že energie z biomasy je nezávislá na aktuálním počasí, ale může být výrazně ovlivněna celkovým ročním průběhem povětrnosti. Sucho v období intenzivního růstu a naopak mokro v době sklizně mohou ovlivnit celkový výnos až o desítky procent. Co by pro bioenergetiku znamenala kombinace suchého jara a léta, mokrého podzimu a mrazivé zimy s vysokou vrstvou sněhu, si asi těžko představíme. V souvislosti s využíváním jakéhokoli zdroje energie – od malého domácího kotle na vytápění, až po velkou elektrárnu, se pravidelně setkáváme s pojmem **účinnost zdroje**. Jde o poměr mezi výkonem a příkonem. ([ZDE](#)) Výsledkem je číslo menší než 1, často uváděné v %. Zde se budeme zabývat poměrem energie v palivu a energie využitelné. Tepelné elektrárny mají účinnost mezi 20 až 50%. Typická účinnost uhelných elektráren se pohybuje kolem 30 – 35% a u nejmodernějších bloků provozovaných s párou v nadkritických parametrech, (teplota 560 - 580°C a tlak 24 - 25 MPa) přesahuje účinnost 42%, je-li chlazená studenou mořskou vodou, lze dosáhnout účinnosti až 49%. [ZDE](#). Při využití zbytkového tepla například k vytápění, (kogenerace neboli kombinovaná výroba elektřiny a tepla - KVET) lze dosáhnout účinnosti přes 90%. Znamená to, že jen méně než 10% „vyletí komínem“.

Budete-li bydlet u lesa a doma provozovat starý kotel na dřevo, s účinností méně než 75% (horší než 3. emisní třída), můžete po roce 2022 dostat pokutu až 50 000,- Kč, za to, že plýtváte energií (ztráty jsou přes 25%) a znečišťujete ovzduší. Představte si, že tento kotel nahradíte automatickým kotlem na pelety. Jednak jde o velice komfortní způsob vytápění, a jednak mají tyto kotle typickou, výrobcem deklarovanou účinnost kolem 90% (88 – 93%). Takže jen 10% energie „vyletí komínem“. Opravdu?

Hmota pro výrobu pelet musí mít vlhkost pod 15%, zpravidla je tedy nutné umělé dosoušení. Samotná linka na výrobu pelet (drcení, lisování,...) má spotřebu až 150 kWh elektřiny/tunu pelet. Budeme-li brát elektřinu z elektrárny na biomasu, potřebujeme navíc cca 170 – 190 kg biomasy (štěpky,...)/tunu pelet. (1 tuna biomasy/1 MWh) Přidejte energii na dopravu a případně u cíleně pěstované biomasy na „polní práce“, dostáváme se k hodnotám mezi 20 – 40% na dodatečnou energii – plus cca desetiprocentní ztráty ve vlastním kotli na pelety. [ZDE](#) A ještě jedno rýpnutí: Pro činnost elektroniky, odtahového ventilátoru, oběhového čerpadla, podavače paliva, apod., musí být automatický kotel na pelety napojen na elektřinu. Denní spotřeba elektřiny za provozu se pohybuje kolem 1 kWh. V závislosti na délce topné sezóny to je 150 – 250 kWh ročně. [ZDE](#)

Zemský ráj to na pohled - díl třetí

Shrnutí na závěr

ER pro ČR od Greenpeace je na rozdíl od mnoha dalších propagátorů obnovitelných zdrojů, uceleným dokumentem, popisujícím bezjadernou a bezuhelnou energetiku budoucnosti. Tento dokument, mající (pravděpodobně?) propagovat obnovitelné zdroje energie, dělá v důsledku pravý opak. Ukazuje drastické dopady masového zavádění obnovitelných zdrojů.

Častým tvrzením je to, že decentralizované, rozptýlené zdroje sníží nároky na přenos energie. Budou jednodušší sítě a v nich menší ztráty. Citují: „*decentralizace zdrojů může síť odlehčit; obnovitelné zdroje, které jsou z principu spíše menší, se k tomu dobře hodí.*“ – konec citátu. [ZDE](#).

Ovšem závěry **ER pro ČR** jsou jiné – cituji: „*Jednou z podmínek jejich (tj. obnovitelných zdrojů – pozn. autora článku) efektivního využití je totiž možnost přenosu vyrobené elektřiny do míst s momentálně nepříznivými podmínkami.*“ – konec citátu. Proto bude nutné vybudovat další linky, další sítě a podřídit je centrálnímu řízení. Tím centrálním řízením nemyslím nutně nějaký ústřední celoevropský dispečink, ale třeba celoevropskou dohodu mezi správci sítě v celé Evropě, umožňující přelévání a regulování obrovských kvant energie. Tedy mnohem větší centralizaci, než je dnešní. Navíc za cenu nárůstu ztrát.

ER pro ČR předpokládá v roce 2050 domácí výrobu elektřiny 63 TWh a ztráty v síti 8TWh. (12,7%) Referenční scénář IEA (Mezinárodní agentura pro energii) předvídá domácí výrobu v roce 2050 93 TWh a ztráty v síti 4 TWh. (4,3%) V síti postavené na obnovitelných zdrojích budou tedy ztráty zhruba trojnásobné.

Budování velkokapacitních přenosových sítí je navíc příslušně drahé – desítky až stovky miliónů korun/ km. (Viz Díl první)

Obnovitelné zdroje jsou levné, protože nepotřebují palivo a jsou šetrné ke krajině. S ohledem na naši krajinu, je nutné stavět větrné elektrárny na kopcích. Tedy na přírodně a rekreačně cenných územích nebo v jejich těsné blízkosti. Daleko od místa spotřeby. Postižená plocha by tvořila až 800 km². To by mohlo mít drastický dopad na populaci řady velkých ptáků – dravců, čápů, jeřábů apod., [ZDE](#) ale i netopýrů. [ZDE](#) a [ZDE](#). Je potřeba si uvědomit, že špička listu rotoru dosahuje rychlosti 250 – 300 km/hod. Na něco takového nejsou zvířata schopna reagovat.

Doslova brutální vliv mají zdroje na biomasu. Jen palivové náklady jsou vyšší než cena elektřiny na trhu. Myslím skutečnou cenu silové elektřiny bez jakýchkoli dotací. [ZDE](#) Energetická biomasa stojí cca 800 - 1200 Kč/tunu a elektrárna má spotřebu cca 1 – 1,1 tun biomasy na MWh. [ZDE](#) „Těžba“ biomasy s využíváním umělých hnojiv, pesticidů a zejména obrovský zábor krajiny má na biodiverzitu – tedy druhovou rozmanitost naprosto devastující dopady.

Obnovitelné zdroje nás zbaví závislosti na dodávkách paliva – zejména jaderného ze zahraničí. Ve skutečnosti počítá **ER pro ČR** se zvýšenou spotřebou zemního plynu pro elektrárenské využití, který je dodáván převážně z Ruska. (Celá EU pokrývá ruským plynem cca ¼ spotřeby). [ZDE](#) V případě výpadku máme nyní rezervy na 3 – 5 měsíců. Ovšem při nutnosti zásobovat elektrárny o výkonu tisíců MW, bychom rezervy vyčerpali mnohem dříve. (**ER pro ČR** počítá 2600 MW v plynových kogeneračních elektrárnách).

ER pro ČR předpokládá, že bychom se stali čistými dovozci elektřiny v objemu cca 1/3 vlastní spotřeby. Naše závislost na okolních státech by byla mnohem větší než dnes a dopady přerušení dodávek okamžité.

Srovnajme si to se situací u jaderných elektráren, kdy se 1 x ročně vymění jen část paliva, kdy lze vytvořit přímo v elektrárně zásobu až na několik let dopředu a dodavatelů paliva je ve světě více. [ZDE](#) Měli bychom tedy nejméně několik měsíců čas, najít nového dodavatele. Ze všech typů energetických zdrojů, vyžadujících těžené a upravované palivo, jsou na tom jaderné elektrárny nejlépe. Jak z pohledu ceny paliva, z pohledu jeho objemu i z pohledu objemů odpadů a kontroly nad nimi. Otázky zásob uranu, využívání moderních reaktorů, reaktorů s rychlými neutrony apod. ponechám expertům na jadernou energetiku. Například [ZDE](#).

Ještě malý opravdu laický pohled na havárie elektráren v Černobylu a Fukušimě. Obě události jsou často prezentovány jako příklad rizika jaderné energetiky. Podíváte-li se na závěry vyšetřování podrobně a položíte si otázku, zda lze příčiny, vedoucí k oběma haváriím odstranit, zjistíte, že dnes stavěné reaktory jsou odolné nejen k zemětřesením a podobným přírodním pohromám, ale jsou odolné i vůči úmyslným nebo neúmyslným chybám obsluhy. V podstatě jsou závěry vyšetřování výbornou zprávou, protože ukazují, že příčiny, které k haváriím vedly, jsou odstranitelné a zvládnutelné.

Obnovitelné zdroje typu vítr, slunce a z velké části biomasa, se se mohou krásně rozvíjet pod ochrannými křídly fosilních a jaderných zdrojů. Jakmile mají zůstat samotné, máme problém. V Německu se situace řeší výstavbou nových uhelných elektráren, které umožní stabilizovat síť. [ZDE](#) a [ZDE](#)

Možná jste se už setkali s citátem: *"Doba kamenná neskončila díky tomu, že došel kámen a svět ropy skončí mnohem dřív, než světu dojde ropa."* Připisován je šejkovi Zaki Yamanimu, ministru ropného průmyslu v Saudské Arábii. [ZDE](#). Je to pravda, ale před 200 – 250 lety vymizely na velké části Evropy lesy, protože průmyslová revoluce vyžadovala ohromné množství energie – z biomasy. Neboli využívání obnovitelného zdroje zcela zničilo původní ekosystémy. Vyzkoušíme si to znovu? Uvědomuji si, že následující věta mnoho čtenářů „zvedne ze židle“. **Před dvěma sty lety platilo, že každá vytěžená tuna uhlí zachránila jeden vzrostlý strom!** Lesnatost Českých zemí je v současné době nejvyšší za posledních 250 let. [ZDE](#)

Ještě pohled na některé argumenty zastánců obnovitelných zdrojů nebo odpůrců zdrojů jaderných. Kam až lze dojít. Námitku, že větrné elektrárny poškozují vzhled krajiny a odpuzují turisty, vyvrací sdružení Calla na příkladu VE v Jinřichovicích pod Smrkem – citují: *„...sousedství větrných elektráren může sloužit rozvoji obce a přilákání turistů.“* – konec citátu. [ZDE](#) Ovšem zástupce téže organizace tvrdě kritizuje linku VVN, protože citují: *„Zásadním vlivem chystaného záměru je dopad na krajinný ráz. Stavba jednoznačně negativně ovlivní stávající estetické i přírodní hodnoty krajinného rázu ...estetická a přírodní hodnota bude tedy podstatným způsobem snížena.“* – konec citátu. [ZDE](#) Dokážu si v krajním případě představit, že pokud by byla někde u nás postavena 5 MW větrná elektrárna a zároveň by u ní bylo zřízeno informační středisko, mohla by se návštěvnost místa zvýšit, ale už si nedokážu představit, že by po republice putovaly proudy turistů od jedné elektrárny ke druhé, pokud bychom jich měli několik tisíc. Nehledě na to, že by rozvoj obnovitelných zdrojů závislých na počasí, vyžadoval budování dodatečných velkokapacitních přenosových linek, proti kterým je takový odpor.

Jedním z důsledků zvyšující se potřeby regulace, přenosu, ukládání a zálohování zdrojů, je nutnost přenést zodpovědnost za stabilitu sítě na spotřebitele. A to včetně nákladů. Naprosto konkrétní návrh lze najít v **ER pro ČR**. Citují: *„jedním ze zvažovaných řešení je „předchlazování“ skladů potravin. Chladicí zařízení v těchto skladech mají v celoevropském měřítku výkon v řádu tisíců megawatt. V případě nadbytku obnovitelné elektřiny se mohou sklady vychladit na nižší než obvyklou provozní teplotu. Po snížení výroby z obnovitelných zdrojů by se chlazení vypnulo a teplota vyrovnala.“* – konec citátu. V podstatě jde o návrh, že by spotřebitel odebíral energii i v případě, že ji nechce a za cenu vyšších ztrát. Chladicí agregáty mají větší spotřebu, pracují-li proti většímu teplotnímu rozdílu a ztráty přestupem tepla jsou rovněž větší. Mimochodem na stránkách Greenpeace najdete rady pro domácnost, jak snížit spotřebu energie.

Například rady, jak zacházet s chladničkou. Citují: *„každý °C navíc...zvýší spotřebu elektřiny o 4%.“* [ZDE](#)

Ještě poznámka k chytrým sítím. Citují: *„Jejich „chytrost“ spočívá v monitoringu. Je postavena na monitoringu, automatizovaném řízení a přizpůsobení se aktuálnímu stavu (zatížení, poruchy) v reálném čase. Dále možnosti komunikace odběratele a všech výrobních zdrojů energie. Jelikož se v této době objevuje velké množství lokálních zdrojů, které jsou obtížně regulovatelné, roste i požadavek na regulaci těchto zdrojů. V tomto konceptu lze považovat za zcela zásadní přesunutí odpovědnosti za odchylku od plánované výroby a spotřeby na zákazníka. Díky tomuto se musí nastavit obchodní pravidla pro motivaci zákazníka spotřebovat energii při jejím dostatku a jejím šetření při nedostatku.“* – konec citátu. [ZDE](#). Pro pokrytí kolísání výroby z OZE nebo výpadku což je při rychlých změnách klimatu pravděpodobné musí být v konvenčních elektrárnách udržována tzv. točivá záloha. To znamená, že bloky určeny pro regulaci jsou v danou chvíli provozovány jen na 50 až 70% jmenovitého výkonu, aby mohly rychlým navýšením výroby vyrovnat např. výpadek VTE nebo FVE. Tento provoz bloků na 70% jejich jmenovitého výkonu má za následek zvýšení měrné spotřeby paliva o 6 až 7% a výrobní náklady o cca 30%. Na 50% jmenovitého výkonu je to pak zvýšení měrné spotřeby paliva o 13 až 17% a výrobní náklady cca o 50%. Díky tomu se velmi zvyšují náklady na provoz těchto elektráren. [ZDE](#) „Chytré sítě“ ovšem vyžadují taky „chytré spotřebiče“. Lze si to představit například tak, že napojíte elektromobil do nabíjecí stanice (doma do zásuvky) a zadáte si nikoli, kdy se má začít nabíjet, ale kdy má být akumulátor nabit. Síť pak, s ohledem na výrobu, své zatížení a kapacitu akumulátoru, přidělí čas

nabíjení a odebíraný výkon. Takže bude možné čas nabíjení posunout až o několik hodin. Ovšem těžko si lze představit, že provoz velkých spotřebičů odsuneme o několik dnů. Neboli: naplněná pračka může počkat se startem do zítřka, ale těžko budete čekat týden „až vyjde slunce a bude foukat vítr“. Ostatně tolik kritizovaný návrh nových tarifů je odezvou právě na zvyšující se náklady na síťové služby. Budete-li mít na střeše solární panely, které „ušetří“ energii v době kdy svítí slunce a ze sítě budete odebírat „jen“ v době kdy bude pod mrakem nebo v noci, musí mít síť stejnou přenosovou kapacitu, jako kdybyste panely neměli. A výkon veřejných elektráren bude taky stejný. Motivací úspor je cena silové energie. Čím bude cena silové energie nižší a čím budou vyšší náklady za stálé platby za připojení, tím menší bude motivace spotřebitele energií skutečně šetřit, resp. investovat do úspor.

Jak elegantně lze kouzlit s výsledky průzkumu veřejného mínění, lze ukázat na konkrétním výzkumu [ZDE](#). Lze jej prezentovat buď tak, že jaderná energetika má jen menšinovou podporu [ZDE](#) nebo si průzkum podrobně přečtete, a zjistíte, že podpora dostavby JETE podle tohoto průzkumu byla v poměru 44% pro - 39% proti. Ostatní neví. Stejný průzkum ukazuje, jak se přes havárii ve Fukušimě zvyšuje důvěra v bezpečnost jaderné energetiky. V roce 1993 mělo malé nebo žádné obavy celkem 49% dotázaných, v roce 2015 to už bylo 63%. Občanů, kteří si myslí, že by se měl podíl jaderné energetiky snižovat, je 22%, pro zachování současné úrovně nebo pro zvyšování, je 67%. Zajímavé je rovněž to, že mezi vysokoškoláky je podpora rozvoje jaderné energetiky i dostavby Temelína vyšší, než mezi vyučenými. Dá se předpokládat, že vysokoškoláci patří mezi občany, kteří jsou o problematice lépe informováni.

Pro studenty používám názorná srovnání, která si může udělat každý sám.

- 1) Vezměte si desetilitrový kbelík a naplňte jej černým uhlím. 10 kg černého uhlí představuje energii cca **200 MJ** (20kJ/g).
- 2) Vymezte si plochu 4,3 x 3 metry (13 m²). Plocha představuje kus pole, na kterém lze při výnosu 10t/ha získat 13 kg biomasy o objemu cca 65 dm³. Neboli 6,5 desetilitrových kbelíků napěchovaných slámou. (lisovaná sláma má 0,2 kg/dm³) Při výhřevnosti 15,4 MJ/ kg získáte cca **200 MJ**. [ZDE](#)
- 3) Naplňte čtvrtlitrový hrnek pískem. Tento objem představuje přibližně 347g uranové rudy. Při koncentraci 0,1% uranu, zde bude 0,34716g přírodního uranu. (Tato koncentrace je blízká minimální ekonomicky těžitelné hodnotě. U bohatších ložisek postačí vytěžit méně. [ZDE](#). Štěpitelného izotopu ²³⁵U je v přírodním uranu 0,72% tj. zde 0,00227272g. Jeho rozštěpením se uvolní **200 MJ**. Tedy stejná energie jako z 10 kg uhlí nebo 13 kg biomasy.
- 4) Pokud bychom ve větší míře využívali jaderné reaktory s rychlými neutrony, bylo by možné využít i izotop ²³⁸U a energetický zisk by byl cca 50 x vyšší a potřebné množství rudy tedy 50 x menší. (Asi kávová lžička.) Ve skutečnosti by bylo možné využívat ochuzený uran, který už je vytěžený, zaplacený a světové zásoby ve skladech jsou v objemu stovek tisíc tun. [ZDE](#) Zajímavou koncepcí rychlého reaktoru využívajícího ²³⁸U, vyvíjí například firma TerraPower [ZDE](#)

Znovu bych chtěl zdůraznit, nejsem ze zásady proti žádnému zdroji, jako takovému. Naopak jsem přesvědčen, že bychom měli umět získávat energii z čehokoli, co máme k dispozici. Na vědu a výzkum ve všech oborech je ve státním rozpočtu vyčleněna částka 32,7 miliard korun. [ZDE](#). Na podporu (rozuměj: „provoz“) obnovitelných zdrojů přispíváme ročně přes 40 miliard korun. Pokud bychom místo toho jen 10 miliard přidali na výzkum v oblasti energetiky, mohli bychom být brzy ve špičce produkce levných, spolehlivých a k přírodě šetrných zdrojů.

Jan Kašinský

Zemský ráj to na pohled - Obrazová příloha

Na následujících obrázcích je další srovnání. Jde o skany obrazovky počítače, pracujícího se zjednodušeným modelem, který umožní srovnávat různé zdroje energie z pohledu jejich nároku na krajinu.

Model je vytvořen v prostředí aplikace Excel a hodnotí dopady různých zdrojů energie na krajinu. Umožňuje zahrnout do krajiny i zemědělství, ale zde nebudou zemědělské plochy zohledňovány. Hodnotím jen zdroje energie. Skeny obrazovky s popisky jsou níže.

Obrázky popisují sledovanou plochu velkou 7880 km² (cca 10 % území ČR) na které žije 1 022 000 obyvatel. Na modelu jsou sídla představována šedými plochami s popiskem „Sídla“. Jde plochu intravilánů měst a obcí vč. zahrad, parků,..., tedy nikoli jen zastavěná plocha. Zde počítám 1000 obyvatel na km². 1 km² je nejmenší jednotka, se kterou model počítá i při modelování produkce zdrojů energie. Model počítá pouze s 1/10 území ČR, z důvodu zrychlení výpočtů při změnách. Pokud by byla zahrnuta celá plocha, trvaly by změny příliš dlouho a model by se nevešel na obrazovku.

Roční spotřeba elektřiny je 6MWh/obyvatele – tedy 6GWh/1000 obyvatel. V této variantě modelu tedy 6132 GWh. Zde vycházím z roční spotřeby ČR cca 60 TWh.

Uhelné elektrárny

Na prvním obrázku je vlevo dole na zeleném poli (představuje les) černá plocha s označením uhelná elektrárna. Uhelné elektrárny zabírají plochu 25 km². Počítám s instalovaným výkonem 40MW/km². Celkem tedy 1000 MW. Jde o dotčenou plochu – tedy vlastní stavbu plus plochu povrchového dolu se zásobami uhlí. Vychází se z měření plochy areálu elektrárny Pruněšov na ikatastr.cz a z údajů o instalovaném výkonu na stránkách ČEZu: [ZDE](#). Produkce elektráren je vypočtena z instalovaného výkonu a koeficientu ročního využití (uhelná elektrárna 70%). (V modelu lze u jednotlivých zdrojů koeficient libovolně změnit.)

Model automaticky počítá s ukládáním přebytků v přečerpávacích vodních elektrárnách. Zde mají přečerpávací elektrárny instalovaný výkon = ½ instalovaného výkonu primárních zdrojů. Nepočítám s přesunem výkonu přes hranice. Zabraná plocha (včetně plochy nádrží) = 1km²/500MW instalovaného výkonu. Zde jde o spíše odhadnutou průměrnou hodnotu. Vycházím ze srovnání Dlouhých Strání a Dalešic. Na jedné straně relativně malé nádrže na malé ploše s velkým spádem a na druhé straně velké nádrže s menším spádem. Přečerpávací elektrárny jsou na modelu v pravém horním rohu - ohraničené buňky, které se podle potřeby automaticky vybarvují modře. Kapacita přečerpávacích elektráren je v modelu víceméně „nastřelena od boku“. Pro konečný výsledek je málo významná.

DR94 : $=AQ6*8760/AQ1/1000$

| | 8,00% | 6 | 70,00% | 20,00% | 11,00% | 70,00% | 10,00% | 12,00% | 20,00% | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------|-----------------------|-------|-------------|--------------|--|--|--|--|--|--|
| 1 | Sídla se sol. panely | Sídla | Uhelná elektrárna | Větrná elektrárna | Solární elektrárna | Jaderná elektrárna | Akumul. elektrárna | Vodní elektrárna | Plyn | Dovoz/vývoz elektriny | Les | Obnovit vše | šude pustina | | | | | | |
| 2 | 0 | 1 022 | 25 | 0,3% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 6 832 | | | | | | | | |
| 3 | 0,0% | 13,0% | 6132 | 1000 | 438 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6132 | 1000 | | | | | | | | |
| 4 | 0 | 6 132 | 6132 | 1000 | 438 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6132 | 1000 | | | | | | | | |
| 5 | 0 | 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Počet obyvatel v tisících
Plocha v km²
Celková roční spotřeba elektriny v GWh
(x MWh/obyv. = x GWh/1000 obyv)

Plocha v km²
Zabrané území v %
Produkce v GWh
Uhelná elektrárna zabere 1 km²/ 40 MW výkonu.

Instalovaný výkon v MW

Všechny primární zdroje (bez akumulčních)

Plocha vyhrazena pro přečerpávací elektrárny.

Instalovaný výkon přečerpávacích elektráren. Rovná se 1/2 instalovaného výkonu primárních zdrojů minus instalovaný výkon vodních elektráren provozovaných jako špičkové. Zaokrouhlena na 500 MW dolů.

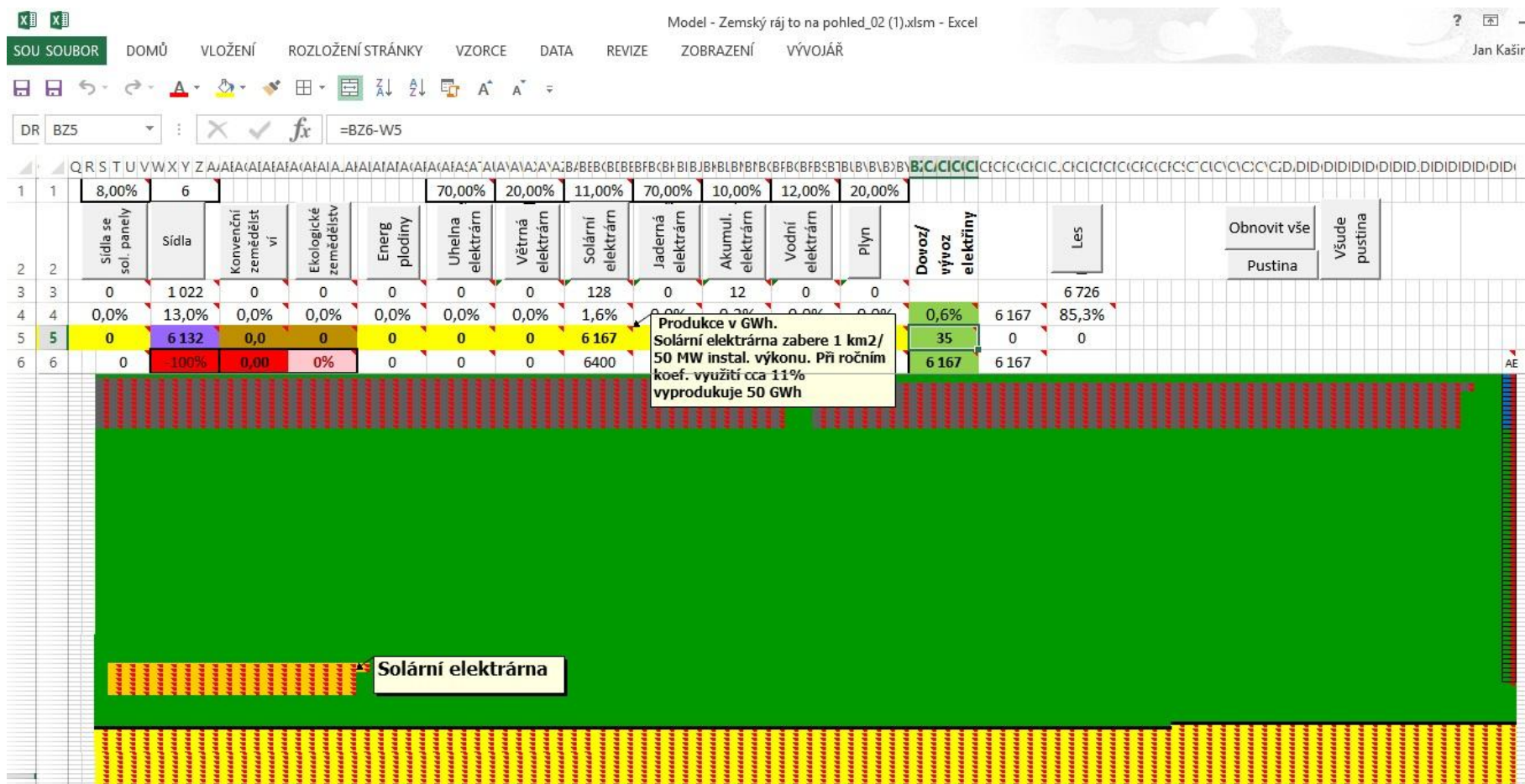
Uhelná elektrárna

Pustina

Sídla

Solární elektrárna

Solární elektrárny zaberou 128 km² s instalovaným výkonem 50 MW/km² a ročním koeficientem využití 11% vyprodukují 6167 GWh. (Je zde cca 35 GWh (0,6%) přebytku) Potřebná plocha zahrnuje celý areál. Nikoli jen plochu vlastních panelů.

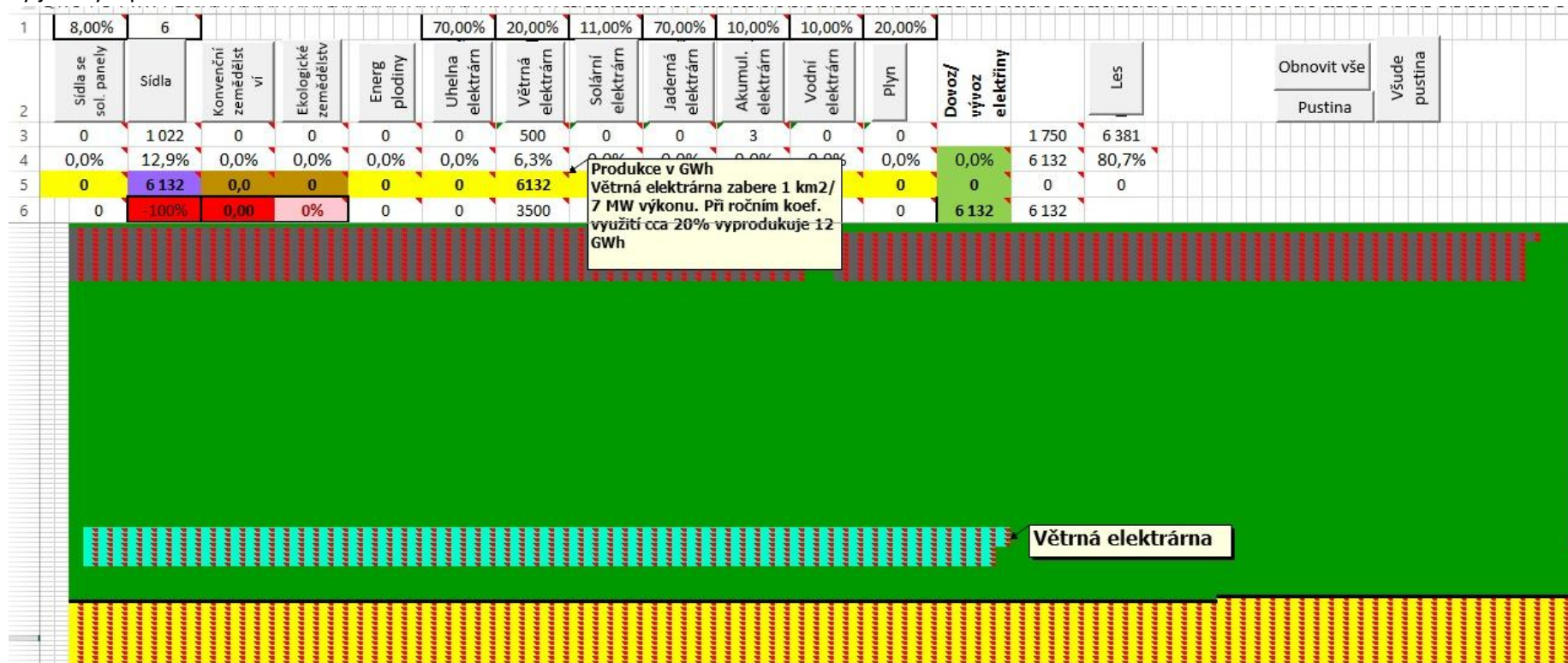


Podklady pro výpočet jsem přebíral [ZDE](#). Opět jde o zprůměrování více zdrojů, které se mnohdy liší. Např. FVe Vepřek – instalovaný výkon 29,9 MW – plocha 60 ha a FVe Ševětín se stejným výkonem, ale plochou 82,5 ha.

Větrné elektrárny

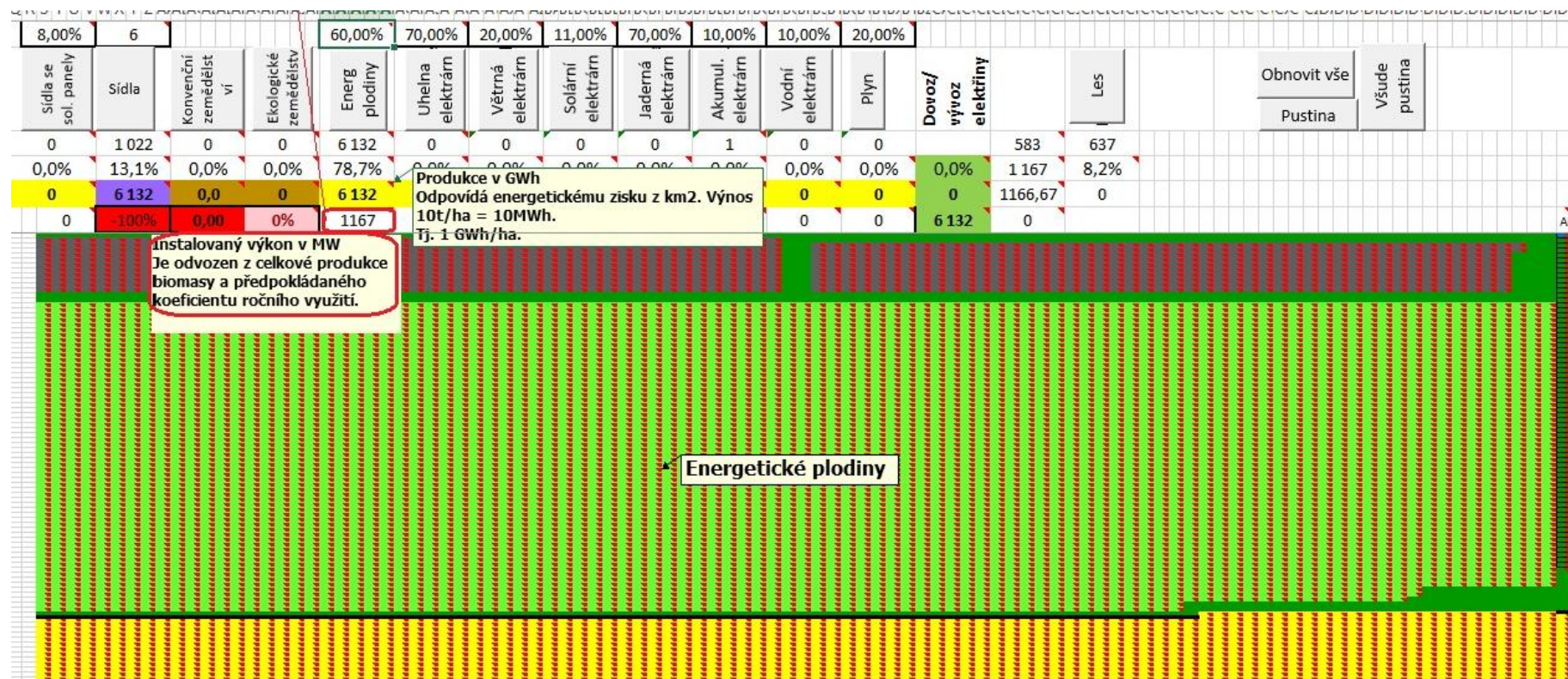
Větrné elektrárny s produkcí 6132 GWh, zaberou 500 km². Započítána celá dotčená plocha větrného parku. Elektrárny stojí od sebe cca 5 – 10-ti násobek průměru rotoru. Vycházel jsem z parametrů Park BARD Offshore 1 v Německu. Tj. 400 MW / 59 km². [ZDE](#) V modelu tedy **na 1 km²/7 MW = 500 km²/3500MW** (koeficient ročního využití 20%).

Pro představu: Největší větrné elektrárny u nás jsou u obce Pchery na Kladensku. Mají instalovaný jednotkový výkon 2 x 3 MW. Pro výše uvedenou potřebu by jich bylo potřeba skoro 1200.



Biomasa

Model počítá s poměrně optimistickým scénářem = průměrný výnos 10t/ha, energetický zisk 1MWh elektřiny/tunu biomasy = 1 GWh/km².



Vychází **zábor 6132 km² území**. Model počítá pouze (!) s plochou potřebnou pro vlastní pěstování biomasy. Není zahrnuta plocha pro vlastní elektrárny, ani plocha na uskladnění ohromného objemu hmoty (1000t biomasy /km² = celkem 6 132 000 tun), ani plocha pro potřebné dosoušení. Výhřevnost v níže uvedeném odkazu je pro vlhkosti 5%, která je v praxi nereálná. Dobře proschlá biomasa (sušená volně na vzduchu) má vlhkost mezi 10 a 20%. Čerstvě sklizená mnohem vyšší. [ZDE](#)

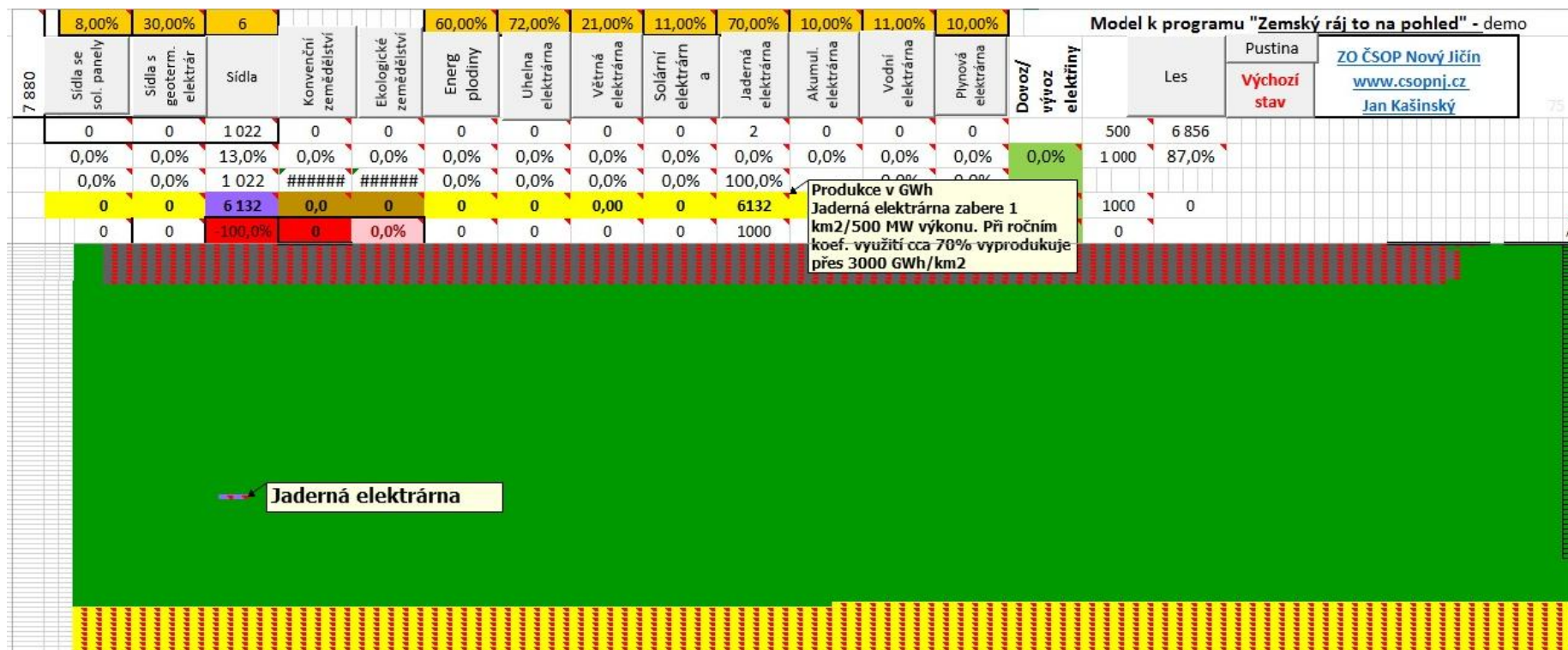
Jaderná elektrárna

Model počítá se zábořem krajiny pro těžbu uranu, jeho zpracování, výrobu paliva, vlastní elektrárnu a úložiště vysoce aktivního odpadu.

Celkový zábor vychází 1 km² na 500MW instalovaného výkonu a koeficientem využití 70%. Výsledkem jsou 2 km² zabraného území pro krytí potřeb elektrické energie pro 1 milion obyvatel.

Reálný koeficient využití je vyšší (přes 80%), ale zde je ponechána rezerva. Plocha zabraná vlastní elektrárnou je podstatně menší. Areál Temelína má asi 1,6 km² a kromě stávajících bloků je zde místo pro další dva.

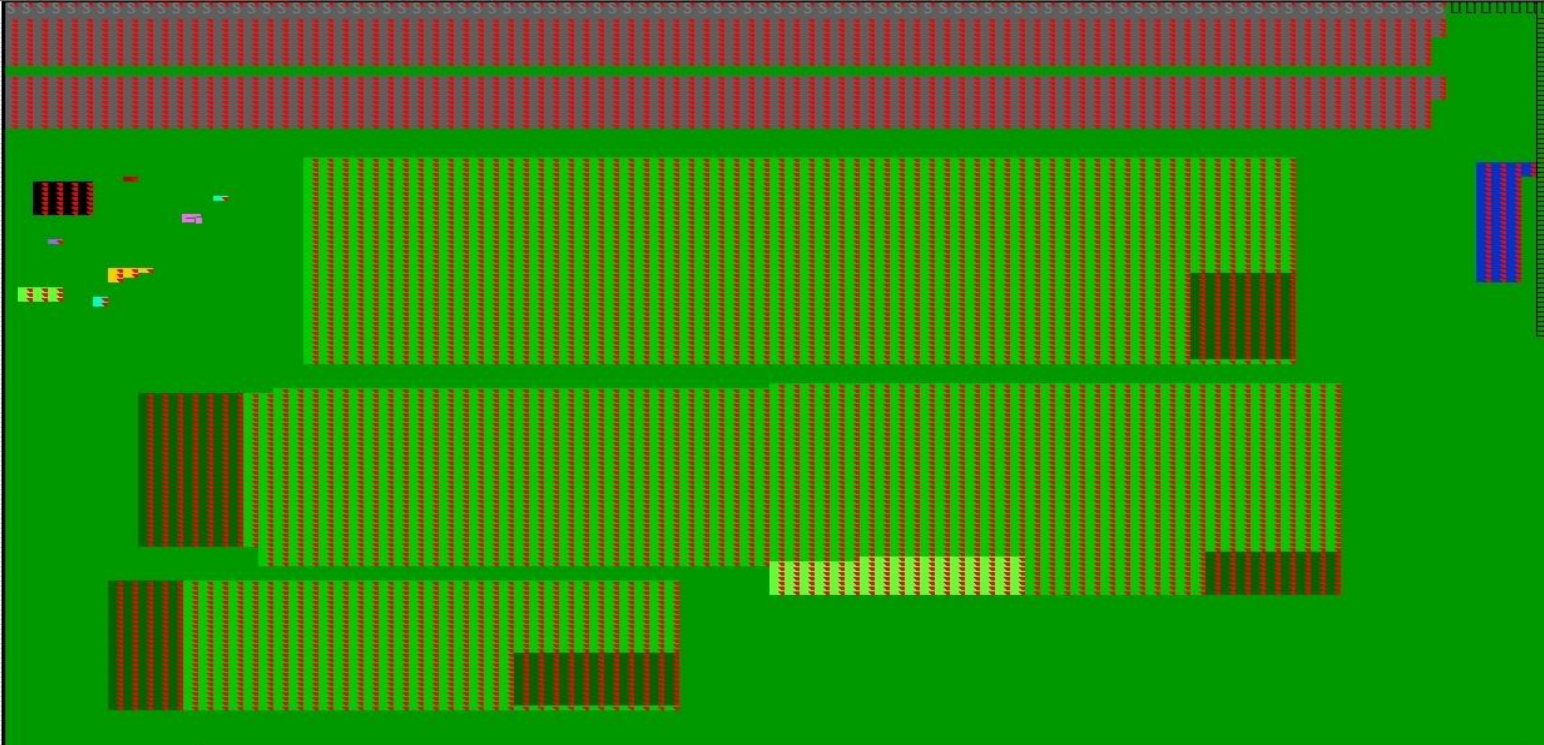
Plocha území, které je v ČR zasažené těžbou, je sice podstatně větší, ale jde o rozsáhlou těžbu v minulosti, která nesouvisí s provozem elektrárny v současnosti.



Na výše uvedených příkladech jsou srovnány různé energetické zdroje se stejnou produkcí samostatně. Model však umožňuje libovolně kombinovat různé zdroje a vytvářet jejich mix ve vztahu k potřebě podle počtu obyvatel a území, které máme k dispozici.

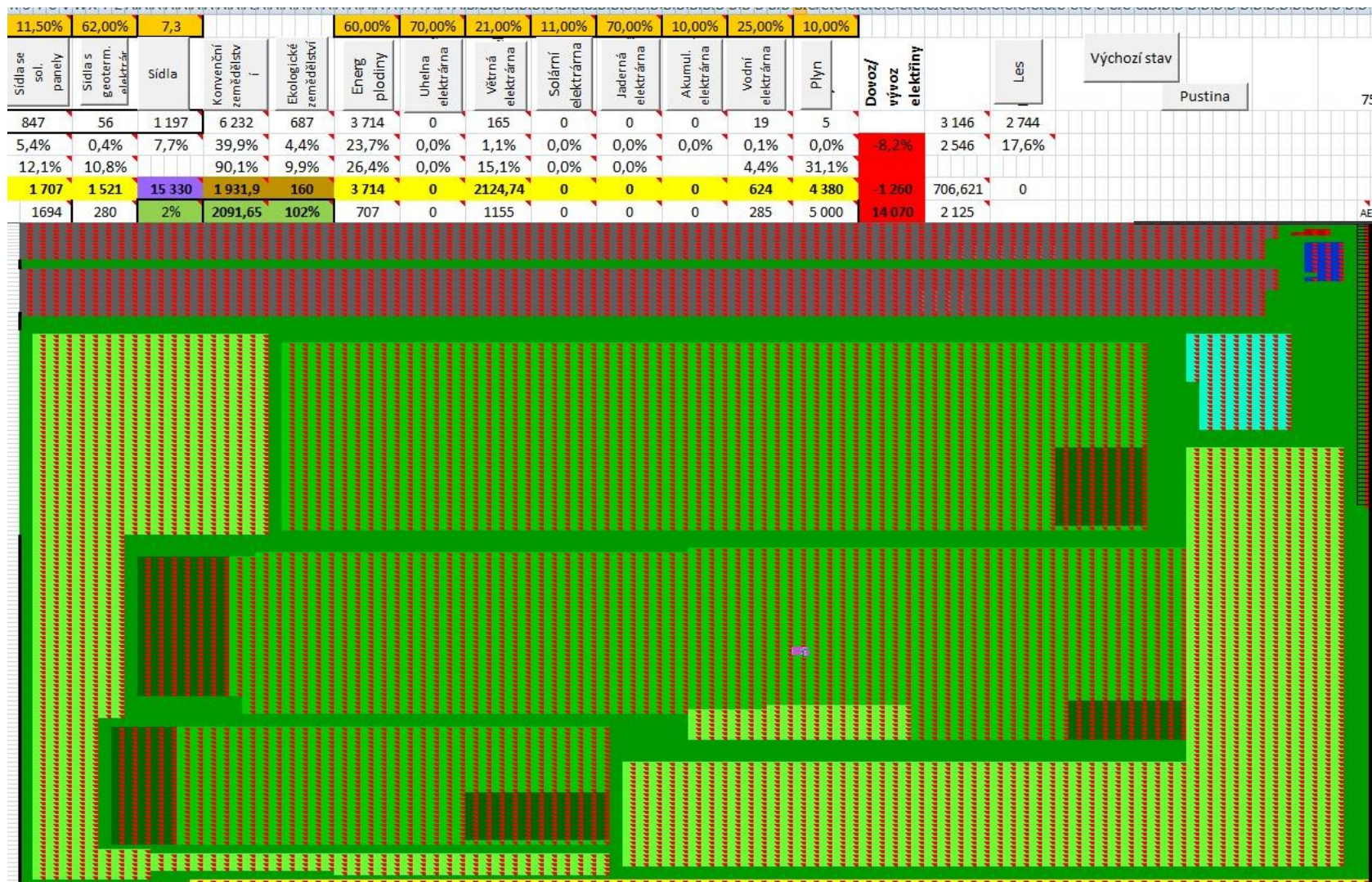
Model jsem použil na srovnání současného stavu našeho území, se situací, kterou plánuje Greenpeace ve své **Energetické (r)evoluci pro ČR**. V tomto případě jde o plochu redukovanou na 20%. Plocha měst a obcí zabírá cca 13% území. Jde plochu intravilánů měst a obcí vč. zahrad, parků,..., Tedy nikoli jen zastavěná plocha. (1000 obyvatel na km²) Obhospodařovaná půda 44%. Na necelém 1% rostou energetické plodiny. Uhelné elektrárny zabírají 0,2 % území, jaderné 0,006 % území. Větrné 0,02 %, solární 0,04 %, vodní 0,3 %, plynové 0,006 %. Na les a ostatní plochy - vodní plochy, mokřady, skály, ... zbývá cca 40 %. Vyvážíme cca 20% elektriny.

| | 8,00% | 60,00% | 6 | | 60,00% | 70,00% | 20,00% | 11,00% | 70,00% | 10,00% | 10,50% | 10,00% | | | | |
|------|----------------------|------------------|---------|-----------------------|------------------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------|------------------------|-------|--------------|
| | Sídla se sol. panely | Sídla s geoterm. | Sídla | Konvenční zemědělství | Ekologické zemědělství | Energ. plodiny | Uhelná elektrárna | Větrná elektrárna | Solární elektrárna | Jaderná elektrárna | Akumul. elektrárna | Vodní elektrárna | Plyn | Dovoz/ vývoz elektriny | Les | Výchozí stav |
| 0 | 0 | 2 100 | 6 232 | 687 | 139 | 28 | 3 | 6 | 1 | 0 | 50 | 1 | 984 | 6 497 | | |
| 0,0% | 0,0% | 13,3% | 39,6% | 4,4% | 0,9% | 0,2% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,3% | 0,0% | 19,3% | 1 722 | 41,3% | |
| 0 | 0 | 12 600 | 1 931,9 | 160 | 139 | 6 867,84 | 36,79 | 289 | 6 132 | 0 | 690 | 876 | 2 431 | 2146,45 | 0 | |
| 0 | 0 | 0% | 2091,65 | 100% | 26 | 1120 | 21 | 300 | 1000 | 0 | 750 | 1 000 | 15 031 | 326 | | |



Podle Greenpeace by to mělo vypadat takto:
 Plocha měst a obcí zabírá cca 13% území. Jde plochu intravilánů měst a obcí vč. zahrad, parků,..., tedy nikoli jen zastavěná plocha. (1000 obyvatel na km²).
 Obhospodařovaná půda 44%. Uhelné elektrárny zabírají 0 % území, jaderné 0 % území. Větrné 1,1 %, solární 0,4 %, (většina panelů je na budovách), vodní 0,3 %, plynové 0,03 %.
 Energetické plodiny pokrývají téměř 24 %.
 Na les a ostatní plochy - vodní plochy, mokřady, skály,... zbývá necelých 18 %. **Cca desetinu elektřiny ještě musíme dovézt.**

Tzv. „Místo pro přírodu“ se smrskne na méně než polovinu současného stavu.



Model není zcela přesný, poněkud napomáhá obnovitelným zdrojům a ukazuje spíše ideální stav, bez extrémů počasí, ale pro základní představu je vyhovující.

Jan Kašinský