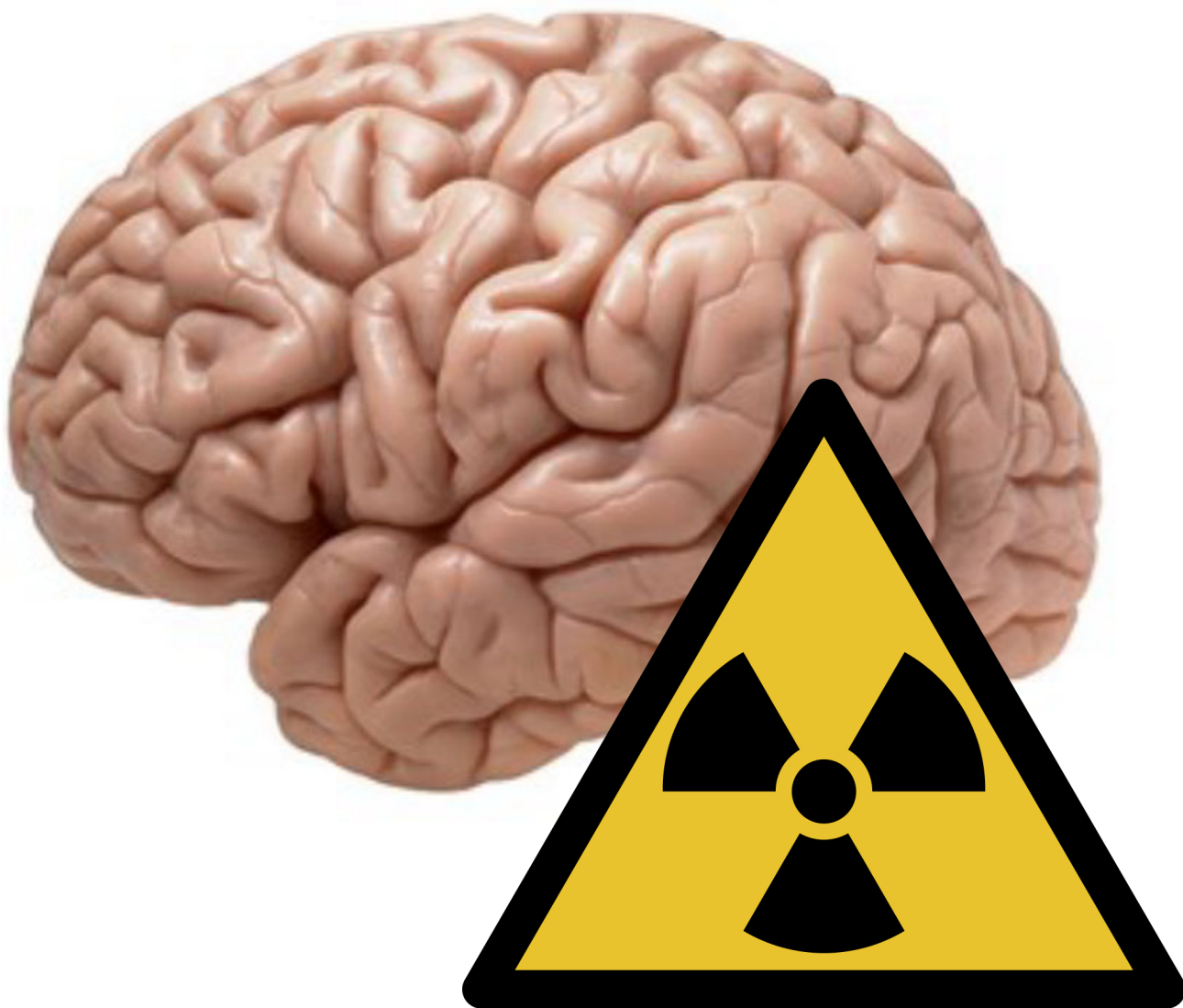




# MOUDŘE NEBO JADERNĚ?

*Zamyšlení nad energetickou politikou z technologického pohledu*

# OBSAH

---

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Stručně pro netrpělivé.....                     | 3  |
| Podivné rozpory.....                            | 5  |
| Proč něco měnit?.....                           | 7  |
| Jaderná cesta.....                              | 9  |
| Moudřejší cesta.....                            | 13 |
| Krok první - chytrý elektroměr.....             | 14 |
| Krok druhý - rovné postavení uzlů.....          | 15 |
| Krok třetí - postupné zavádění.....             | 15 |
| Fotovoltaika.....                               | 16 |
| Akumulace.....                                  | 19 |
| Baterie.....                                    | 19 |
| Vodík etc.....                                  | 21 |
| Vliv elektromobility.....                       | 22 |
| Fotovoltaika s akumulací.....                   | 23 |
| Silný argument.....                             | 24 |
| Meze růstu.....                                 | 26 |
| Je to ekologické, tedy drahé a nepraktické..... | 26 |
| Plocha zabraná fotovoltaikou.....               | 26 |
| Materiály.....                                  | 27 |
| Znalosti a informace.....                       | 28 |
| Závěrem.....                                    | 29 |
| Zdroje.....                                     | 30 |

# STRUČNĚ PRO NETRPĚLIVÉ

Veřejný prostor je dnes plný velmi rozporuplných představ o energetice a jejím dalším vývoji. Střetávají se zde vize bezuhlíkových technologií s konzervativními postoji vycházejícími z technologických zkušeností minulého století. Oba extrémy však argumentují více ideologií, pocity a útržkovitými fakty, než ucelenou představou možného vývoje. Většina politiků nám již léta říká, že již brzy bude elektrické energie málo, že musíme budovat další zdroje a zdražovat. Přitom všude kolem sebe vidíme, že nové technologie jsou úspornější a umožňují vyrábět energii efektivněji než z uhlí nebo jádra. Zamyslíme-li se nad tímto rozporem, dojdeme k pozoruhodným závěrům:

- **Spotřeba stoupá jen nepatrně**  
Za posledních 12 let vzrostla o zhruba 5%, což je zanedbatelné proti dennímu a sezónnímu kolísání, které je 10x větší. Energetická soustava má tedy dostatečné rezervy, není třeba jednat zbrkle.
- **Nejnákladnější je distribuce**  
Velkoobchodní cena energie kolísá kolem 1 Kč/kWh, ale odběratel platí až 10 Kč/kWh. Drahé nejsou dráty, ale drazí jsou obchodníci.
- **Přehlížené rezervy**  
Uhlobaroni a jejich politici nás straší nutností posilovat energetiku „silou“ (nejlépe jádrem). Přitom je mnohem efektivnější zlepšit řízení sítě tak, aby byly existující zdroje lépe, tedy rovnoměrněji využity.
- **Budování nových jaderných zdrojů je ekonomicky nesmyslné**  
Náklady na výrobu 1 kWh fotovoltaiou, větrem či z biomasy jsou hluboko pod 1 Kč/kWh včetně odpisu investice. Z jádra jsou tyto náklady zhruba 5x vyšší, investice se nikdy nevrátí.
- **Efektivnější řízení sítě může snížit cenu a odložit investice**  
Chytrým řízením sítě (Smart Grids) můžeme harmonizovat spotřebu s výrobou, tak lépe využít stávající investice a dokonce odstavit některé neefektivní či špinavé zdroje.
- **Alternativní zdroje jsou již zralé**  
Výroba z alternativních zdrojů dnes může cenově plně konkurovat klasickým zdrojům. Obejde se bez dotací a státních intervencí. To však vyžaduje chytré a spravedlivé řízení sítě.
- **Místo řepky agrivoltaika**  
Energetická účinnost řepkového oleje je nepatrná, je mnoho výhodnějších cest k produkci energie z biomasy. Ty se však musí opírat o malé kogenerační jednotky (pyrolýza, bioplyn ...) a o šetrné nízkovstupové zemědělství. Tato cesta je výhodná jak pro energetiku, tak pro zemědělce a může být bez dotací a státních intervencí.
- **Elektromobily mohou vyrovnávat zatížení sítě**  
Auta obvykle jezdí ve dne, v noci nabíjejí. Tím vyrovnávají noční pokles spotřeby. Pokročilé elektromobily mají dokonce „obousměrné“ palubní nabíječky, mohou tedy fungovat jako malé přečerpávací elektrárny či počítačové UPS. Při plné penetraci elektromobility půjde takto pokrýt spotřebu celé ČR na několik hodin a tak předcházet i velmi rozsáhlým výpadkům.
- **Nabíjecí infrastruktura pro elektromobily**  
Laická veřejnost jen mechanicky přenáší dnešní zvyklosti na nové technologie. Proto si představuje nabíjení elektromobilů jako analogii benzínových pump. Tyto rychlonabíječky mají smysl jen na dlouhých cestách, které přesahují dojezd elektromobilu. Obvykle elektromobilista po příjezdu domů jen zastrčí nabíjecí kabel do zásuvky a ráno nasedá do nabitého a vytopeného vozu. Potřebuje tedy svou „domácí“ zásuvku. Ty si však nemohou zřídit obyvatelé bytových domů. Řešením je veřejně sdílený wallbox, tedy zásuvka s trochou chytré elektroniky u parkovacího místa. Wallboxy by se měly stát běžnou součástí veřejného prostoru podobně jako veřejné osvětlení či odpadkové koše. Zřizovat je mohou nejen sami elektromobilisté, ale i obce,

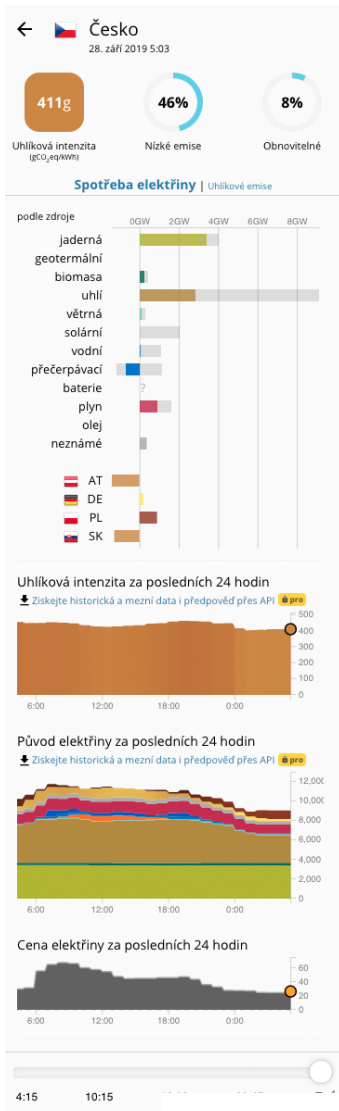
obchodníci a hostinští, zaměstnavatelé, spolky atd. Protože u nás ujede osobní vůz v průměru 30 km denně, tak může být 23,5 hodin denně připojen k chytrému wallboxu, pomáhat vyrovňovat síť a mírně na tom vydělávat.

- Chytré řízení musí být distribuované  
Žádná centrála nemůže dohlédnout a centrálně řídit každé zákoutí sítě. Řízení musí být svěřeno jednotlivým uzlům sítě a probíhat jako nepřetržitá „dražba“ v reálném čase. Uzly nejlépe vědí, co potřebují a jak se mají rozhodnout. Vše řeší trocha chytré elektroniky v každém uzlu. Jde o analogii řízení internetu, který se také opírá jen o technické standardy, ale jako celek nikomu nepatří. Proto je velmi odolný, a v principu nezničitelný.
- Různorodost zvyšuje stabilitu  
Z teorie systémů víme, že systém je tím stabilnější, čím je různorodější. U chytré energetické sítě to znamená, že musíme usilovat jak o různorodost technologií (energetický mix) a velké množství nezávislých uzlů, tak o různorodost vlastnictví.
- Chytré řízení musí být spravedlivé  
Každá domácnost v chytré síti se musí z podřízeného spotřebitele změnit v partnera chytré sítě s rovnými pravidly a právy jako Temelín či ČEZ. Vždyť může nejen spotřebovávat, ale i vyrábět či akumulovat. To si vyžádá demonopolizaci sítě, což je asi hlavní překážkou na cestě za racionální a čistou energetikou.
- Cesta k chytré energetice předpokládá chytrou společnost  
Přechod k chytré energetice ohrozí mnoho mocných firem a celých oborů. Ty se brání různými politickými intervencemi, které vytvářejí umělé bariéry efektivnímu vývoji. Tyto zásahy iniciují a podporují šířením nejrozumnějších bludů až lží, které dnes ve veřejném prostoru převažují. Tomu se můžeme bránit jen lepším vzděláváním a informováním celé společnosti. To bude velký problém. Jeho řešení můžeme začít budováním velkého referenčního webového portálu, který soustředí všechny důležité argumenty, vysvětlí souvislosti a tak vytvoří potřebné zázemí pro efektivní propagaci nových technologií.
- Před námi jsou dvě možné cesty:
  - Levná, čistá a bezpečná  
Podaří-li se nám harmonicky začlenit nové technologie do života, můžeme mít spolehlivě dostupnou čistou energii za zhruba poloviční cenu než dnes.
  - Drahá, špinavá, byrokratická a nejistá  
Pokud zvítězí neochota ohrožených firem transformovat své podnikání, ocitneme se v pekle byrokratických bariér s drahou a špinavou energií.
- Ve výčtu lze jistě pokračovat dále a dále. Musíme si však uvědomit, že změna bude pozvolná a proto své úvahy musíme opírat o možnosti dohledné budoucnosti, ne překonané minulosti. Vždyť než se potřebné změny podaří realizovat, technologie se dále zdokonalí a možná i překonají naše dnešní představy.
- Přitom podobné změny, jako v energetice, dozrávají i v mnoha dalších oborech (doprava, průmysl, telekomunikace, zemědělství, obchod atd.) a souvislosti mezi nimi se dále a dále proplétají. Dnes cítíme, že stojíme na prahu „Velké transformace“, která změní náš svět.
- Technologický vývoj probíhá dle vlastních přirozených souvislostí (nové poznání, ovlivňování oborů atd.) a neptá se úředníků či politiků na cestu. Na těch je, aby hledali cesty, jak změny harmonicky začlenit do našeho života. Vlak se změnami se však rozjíždí čím dál rychleji. Dnes ještě jde do něj naskočit, později to bude mnohem obtížnější. Snadno se může stát, že se ocitneme v drahém a špinavém skanzenu a na onen vlak budeme jen se závisť z dálky hledět.

Kritickému čtenáři se může zdát, že předložené návrhy a postřehy jsou přepjaté či příliš optimistické. Pojdme je tedy probrat podrobněji a v souvislostech.

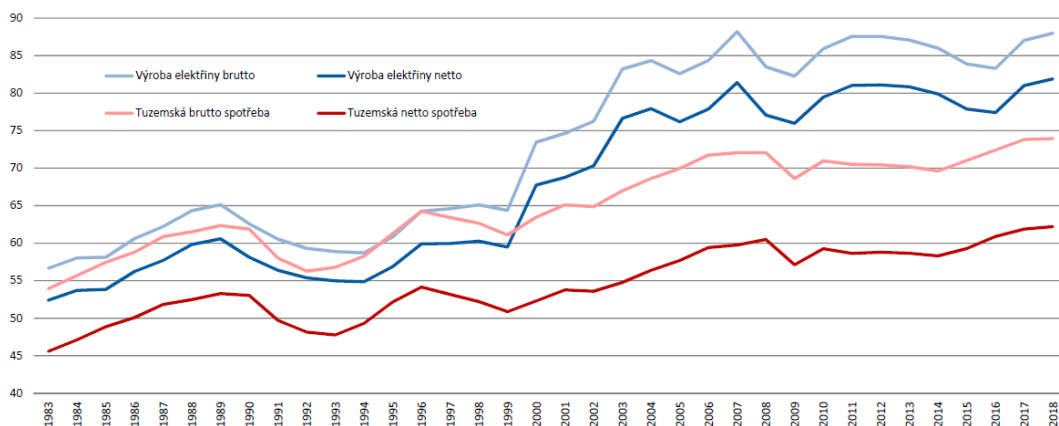
# PODIVNÉ ROZPORY

Již od komunistických časů slyšíme tvrzení, že elektrické energie bude málo, že je třeba stavět další bloky jaderných elektráren a že cena energie musí stoupat. Když však chvíli studujeme reálná data naší energetiky (například [www.electricitymap.org](http://www.electricitymap.org)), tak dojdeme k mnoha pochybnostem:



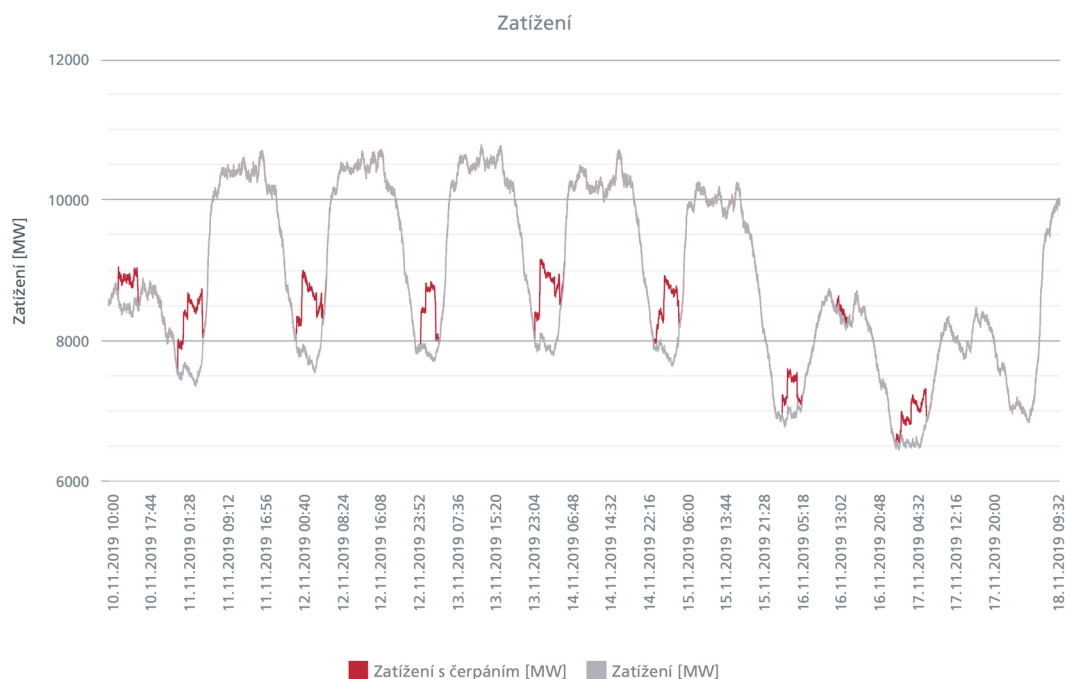
1. Z denního průběhu spotřeby zjistíme, že výrobní kapacita je využita jen částečně. I při extrémní zátěži zůstávají značné rezervy.
2. Velkou část energie trvale vyvážíme. Exportovaný výkon odpovídá zhruba výkonu obou bloků Temelína.
3. Výroba je soustředěna do několika velkých elektráren.
4. Podíl obnovitelných zdrojů je malý a v posledních letech stoupá jen nepatrně.
5. Produkce CO<sub>2</sub> je poměrně vysoká. Pokud bychom však omezili export, tak by šlo zavřít velkou část uhelných elektráren.
6. Když cenu silové energie porovnáváme s účtem za energii pro naši firmu či domácnost tak zjistíme, že v podstatě nesouvisí s cenou, kterou nám účtuje dodavatel. Větší část ceny představuje distribuce a související náklady. Ta je spíše určována tím co ještě unese trh, či co připustí regulátor.
7. Když prostudujeme metody řízení sítě a určování ceny energie, tak zjistíme, že jsou velmi podivné, nevyužívají potenciálu dnešních technologií, znevýhodňují nově budované obnovitelné zdroje atd. Vyhláška o měření a účtování jednotlivých fází malých fotovoltaických zdrojů spíše připomíná podvodné jednání „šmejdu“, než seriózní snahu o jejich účelné využití.
8. „Kapitáni průmyslu“ a jejich politici nás přesvědčují, že spotřeba energie hrozně stoupá a tedy musíme urychleně posilovat energetickou soustavu. Když se však podíváme na dlouhodobý vývoj spotřeby elektřiny v ČR tak zjistíme, že mezi roky 1983 až 2018, tedy v posledních 35 letech stoupala netto spotřeba elektřiny o méně než 1% ročně. Od roku 2006 do roku 2018, tedy za posledních 12 let stoupla spotřeba o pouhých 5%. Stoupající rozdíl mezi výrobou a spotřebou vzniká stoupajícím exportem energie.

Dlouhodobý vývoj výroby a spotřeby elektřiny (TWh)



9. Zvyšování spotřeby je ve srovnání s denním a sezónním kolísáním zatížení sítě zanedbatelné. Vždyť rozdíl mezi maximální a minimální spotřebou během jediného dne je 15 až 30% a o dalších 20 až 30% kolísá zatížení sítě vlivem týdenních, sezónních a ročních cyklů. Sít' tedy musí mít rezervy výkonu, kterými pokryje i největší špičky odběru.

Ke krytí stoupající spotřeby na několik desítek let by tedy stačilo, kdybychom dokázali lépe vyrovnávat zatížení energetické sítě a využívat přebytky energie během nočních poklesů. Vyrovnání spotřeby by nejen snadno pokrylo stoupající spotřebu, ale také zvýšilo účinnost celé energetické soustavy a tak snížilo naše náklady na energii i její environmentální dopad.



*typický týdenní průběh zatížení energetické sítě*

10. Současně s vývojem technologií pro energetiku se vyvíjí i mnoho dalších postupů a technologií, které vedou ke snižování a racionalizaci spotřeby (např. pasivní domy a chytré domy, digitalizace atd.) či směřují k většímu využívání obnovitelných zdrojů (elektromobilita). To vše povede k efektivnějšímu energetickému mixu. Potlačí spotřebu uhlí a nafty a nahradí ji spotřebou elektřiny z obnovitelných zdrojů.

# PROČ NĚCO MĚNIT?

Dnes je elektřina je základní podmínkou života každého z nás stejně jako dýchání, současně s informačními a komunikačními technologiemi (ICT), které fungují jako nervová soustava. Oba obory jsou spolu úzce propojeny, jejich bezvadná funkce podmiňuje hladký chod dnešního světa, náš každodenní život. Bez nich by se během několika hodin zhroutila výroba, doprava i obchod. V bytech by nám přestalo fungovat osvětlení, telefon, topení, vodovod a všechny domácí spotřebiče. Část obchodů a služeb by zkolabovalo hned, zbytek během několika dnů, veřejná správa, policie, i nemocnice by byly bezmocné atd.

Naše závislost na energetice a ICT stále stoupá. Přecházíme na elektromobilitu, kamna na uhlí nahrazují tepelná čerpadla, budujeme chytré domy a chytrá města, internet věcí se stává součástí našeho života atd. Dá se říci, že nezávislým na elektrické energii a ICT může dnes být snad jen Robinson na pustém ostrově.

Na ceně a bezpečnosti těchto technologií závisí jak kvalita našeho života a naše životní náklady, tak efektivita naší práce a dlouhodobá udržitelnost života na planetě. Důležitá je i co nejvyšší soběstačnost země, regionu či místa, která předejde monopolizaci a vytvoří novou geopolitickou rovnováhu.

Proto bychom měli hledat cesty jak nahradit dosluhující zdroje co nejefektivnějšími, nejčistšími a nejbezpečnějšími technologiemi a jak takovou síť harmonicky sladit s potřebami a životem společnosti. Do našich úvah musíme zahrnout i odhad budoucího vývoje souvisejících oborů (průmysl, doprava, zemědělství atd.) a technologií (alternativní zdroje, elektromobilita atd.). Přitom musíme sledovat zejména tato hlediska:

- **Nízká cena**

Pokud pochopíme možnosti nových technologií, dojdeme k poznání, že cena energie by mohla klesat. Podivný je rozdíl mezi velkoobchodní cenou a cenou pro běžného spotřebitele. Rozpor zjevně vyplývá z monopolizace zdrojů a distribuce. To vede k neefektivnímu chování velkých energetických firem, zhoršuje konkurenceschopnost zbytku ekonomiky a zvyšuje naše životní náklady.

- **Spravedlivá cena**

Modernizace energetiky povede k její decentralizaci (fotovoltaika, akumulace ...). Potom musí být postavení všech subjektů na trhu rovnocenné. Musíme vyloučit diskriminující až podvodné chování distributorů vůči provozovatelům malých alternativních zdrojů. Jen tak může vzniknout zdravý trh, jen tak můžeme očekávat budování alternativních zdrojů, postupné odstranění dotací atd. Cena však musí být spravedlivá i k životnímu prostředí a klimatu. Musí tedy zahrnovat i všechny externality (znečištění, emise CO<sub>2</sub>, hluk atd.).

- **Bezpečnost sítě**

Případné omezení dodávek energie či výpadek sítě způsobí ekonomické ztráty a zkomplikuje život všech, kterých se problém dotkne. Dnešní závislost na několika velkých zdrojích a centralizovaná distribuce nemůže zcela předejít rozsáhlým výpadkům. Decentralizace sítě a množství malých zdrojů s akumulací může tato rizika výrazně snížit a prakticky vyloučit rozsáhlé blackouty.

- **Dynamika sítě**

Energetická síť musí mít v každém okamžiku k dispozici právě tolik energie, kolik jí právě spotřebováváme. Jak nedostatek, tak přebytek ohrožuje stabilitu sítě a může způsobit zásadní problémy. Tato rizika mohou ještě zvýšit obnovitelné zdroje energie, které budou do sítě vnášet velké výkyvy a tak komplikovat její řízení.

- **Dlouhodobá udržitelnost**

Za poslední století jsme spotřebovali významnou část neobnovitelných zdrojů (nafta, plyn, uhlí atd.) které se na planetě tvořily po miliony roků. Současně jsme nastartovali klimatickou změnu, která prokazatelně již dnes mění náš svět a ohrožuje naše přežití. Pokud bychom takto pokračovali dále, tak zničíme budoucnost našim vnukům.

- **Geopolitická stabilita**

Neobnovitelné zdroje lze považovat za dědictví celého lidstva, nejsou však na planetě rozloženy rovnoměrně. Snaha o ovládnutí zdrojů vede k válkám, udržuje u moci podivné režimy atd. Orientace na obnovitelné zdroje tedy může tyto negativní jevy výrazně potlačit.

- **Racionální energetický mix**

S ohledem na energetickou bezpečnost musíme rozložit své zdroje tak, aby omezení jednoho neohrozilo funkci sítě a tedy i život společnosti. Tento energetický mix se musí opírat jak o technologické, tak o geopolitické souvislosti. Například při velké penetraci elektromobility nebude mít smysl sledovat energetický mix v dopravě, protože bude určen mixem elektrické energie. To tedy m.j. znamená, že lány řepky mohou být výrazně menší a snad i chleba levnější. Přitom výrazný pokles spotřeby nafty povede ke snížení její ceny a tedy i k nové geopolitické rovnováze. Vždyť každou korunou utracenou u benzínové pumpy pomáháme financovat podivné režimy na Středním východě, Rusku, Venezuele atd., posilujeme migraci, financujeme války atd.

- **Ohled na životní prostředí a klima**

Je nesporné, že spalování fosilních paliv vede k znečišťování životního prostředí a posiluje klimatickou změnu. Zprávy vědců IPCC jsou velmi alarmující. Postupným přechodem na nové technologie můžeme tyto nežádoucí jevy zmírnit a posléze zcela zastavit.

Je zřejmé, že postupné naplňování těchto vizí je v zájmu celé společnosti. Změna posílí postavení spotřebitelů a alternativních výrobců energie, povede k vyšší efektivitě a stabilitě nejen energetické sítě, ale i celého hospodářství. Sladit nové možnosti a potřeby s obchodními zájmy energetických mastodontů však nebude snadné. Potřebné změny potlačí jejich monopolní postavení a tak omezí i jejich možnosti nás dále vydírat. Je tedy jasné, že ke své obraně využijí všechny dostupné prostředky.

Například je pozoruhodné, že potřebné změny jsou spojovány zejména s ekologickými či klimatickými argumenty. Ty jsou totiž pro laickou veřejnost poněkud složité a abstraktní. Proto lobbisté a jejich politici mohou šířit nesmysly a bludy, vyhrožovat hrozivými dopady na ekonomiku, zaměstnanost atd. Vytváří ve veřejnosti falešnou představu, že změny po nás chce „zlá EU“, že si je vynutili „ekoteroristé“ či „havloidi“ a dobroserové (použita terminologie webových diskusí odpůrců nových technologií). Přitom potlačují informace o skutečném významu a přínosu nových technologií. Proto si část laické veřejnosti dnes myslí, že co je ekologické, to musí být drahé a nepraktické, že může ohrozit podstatu Světa.

Potřebujeme tedy laické veřejnosti podrobně vysvětlit celou problematiku, výhody i problémy, které změna přinese. Potom máme naději, že veřejnost prohlédne, odvrhne bludy a vydá se cestou k efektivní, bezpečné a čisté budoucnosti. Dejme se do toho, vždyť záleží jen na nás.



# JADERNÁ CESTA

Dnes nás velcí podnikatelé v energetice a jejich politici přesvědčují, že nutně musíme budovat další velkoelektrárny. Tvrdí, že jedinou možnou technologií oněch nových velkoelektráren je jádro. Mluví o jakýchsi našich specifických potřebách či možnostech, aniž dokáží vysvětlit v čem jsme jiní, než zbytek světa, který již více než před třiceti léty pochopil technologickou i ekonomickou nevýhodnost jaderné energetiky, což prudce zbrzdilo její další rozšiřování.

Srovnáním jaderných technologií s možnostmi nových postupů můžeme formulovat několik zásadních výhod, které zpochybňují představy našich dnešních politiků:

- **Dlouhá doba výstavby**

Optimistický odhad doby výstavby jaderného bloku je 20 let (obvykle bývá překročena). Pokud extrapolujeme technologický vývoj alternativních zdrojů, tak dojdeme k závěru, že v té době budou alternativní zdroje natolik výhodné, že jaderný blok nebude mít smysl.

- **Obrovské investiční náklady**

Potřebná investice je srovnatelná s celou dnešní tržní kapitalizací ČEZu (cca 280 mld. Kč). Garanci na zajištění úvěru tedy bude muset převzít stát.

- **Vysoká cena vyrobené energie**

Odborníci odhadují, že jaderný blok může být efektivní, pokud bude cena energie (výrazně) vyšší než 100 Euro/MWh. To je v silném kontrastu s dnešními cenami (cca 45 €/MWh). Proto chce ČEZ po státu, aby zaručil vyšší výkupní cenu. Měla by tedy vzniknout analogie solárního tunelu z roku 2005, jenže výrazně dražší.

- **Nemožnost regulace**

Výkon jaderného bloku lze regulovat jen nepatrně (o jednotky procent). Současně s jeho výstavbou se tedy musíme postarat o dostatečnou akumulaci, která vyrovná kolísání sítě. Dnes to jsou přečerpávací elektrárny. Vybudování dostatečných akumulačních kapacit dále prodrazí cenu energie.

- **Další centralizace energetiky**

Soustředění energetiky do několika velkých bloků nese riziko velkých výpadků, ohrožujících naši bezpečnost, zvyšuje nároky na přenosovou soustavu, distribuci, řízení a vyrovnávání sítě atd. Přitom posiluje monopolizaci celé energetiky, zvyšuje cenu vyrobené energie a komplikuje nasazení levnějších alternativních zdrojů.

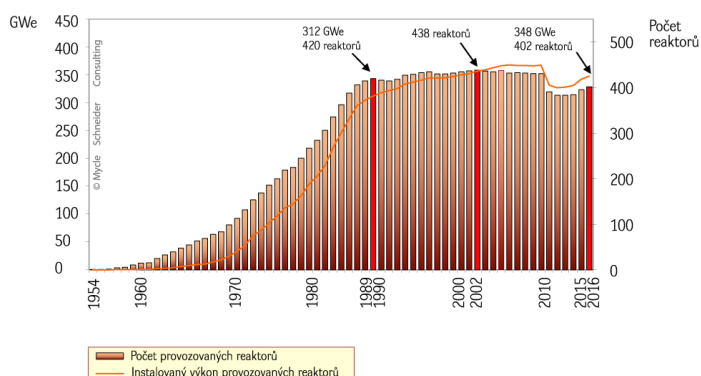
- **Odpadní teplo**

Každá GWh vyrobené energie vyprodukuje zhruba 2 GWh odpadního tepla. V místě není jak toto teplo využít. Do velkého města, kde by mohlo vytápět budovy, je daleko a k výstavbě velkých skleníků, o které se kdysi uvažovalo, nikdy nedošlo. Tak odpadní teplo maříme odpařováním vody v chladicích věžích, čímž dokonce měníme i místní klima.

- **Spotřeba chladicí vody**

Pro chlazení uvažovaného jaderného bloku 1,2 GW je třeba cca 20 miliard litrů vody ročně. To je objem středně velké přehrady nebo průměrná roční spotřeba více než 600 tis. obyvatel v ČR. Velká spotřeba vody může být problém v očekávaném období snižujících se srážek a sucha, kdy vodu

POČET PROVOZOVANÝCH JADERNÝCH REAKTORŮ VE SVĚTĚ  
A JEJICH INSTALOVANÝ VÝKON V LETECH 1954 AŽ 2016 (DO 1. ČERVENCE)



*Výhodnost a obliba jaderných elektráren je již dávnou minulostí*

budeme potřebovat pro zemědělství a údržbu krajiny. Pro zajištění tohoto množství chladicí vody bude třeba vybudovat spolehlivý zdroj (pravděpodobně přehradu). To dále zvýší náklady, tedy i cenu vyrobené energie.

- **Vendor lock-in**

Dnešní jaderný blok je technologicky velmi složitý, skládá se ze stovek specifických dílů, které nemůže dodat či opravit nikdo jiný než výrobce. Po celou dobu výstavby a provozu tedy jsme plně závislí na podpoře dodavatele, musíme mít jistotu, že dodavatel bude fungovat ještě za 60 let, kdy bude končit životnost bloku. Může to někdo zajistit?

- **Zadní vrátka**

Další riziko spočívá v možných bezpečnostních „dírách“ či záludnostech vědomě vložených do některých z mnoha komponent jaderného bloku. Dnešní technologie jsou totiž natolik složité, že není možné ověřit, zda se v nich neskrývají „zadní vrátka“, tedy například kousek kódu, který může útočník zneužít k proniknutí do systému. To může ohrozit bezpečnost bloku i po mnoha létech po jeho spuštění. V tom tedy nemůžeme mít jistotu, musíme jen důvěřovat serióznosti dodavatele a všech jeho zaměstnanců. Vždyť vložit zadní vrátka může i řadový zaměstnanec bez vědomí svých šéfů, aby se pomstil zaměstnavateli, nebo si připravil možnost nás vydírat.

- **Problémy s likvidací**

Celý svět již víc než 60 let řeší bezpečné trvalé skladování vyhořelého paliva, které bude radioaktivní ještě alespoň 100 000 let. Prozatím toto řešení nikdo nenašel. A to jde o pouhých pár tun paliva ročně. Při likvidaci jediné jaderné elektrárny však vzniknou tisíce tun radioaktivního odpadu (celý primární okruh a jeho okolí), který bude třeba někam bezpečně uložit. Odborníci odhadují, že náklady na likvidaci jaderné elektrárny, bez uložení aktivovaného odpadu, mohou být vyšší, než náklady na její výstavbu. Pokud tedy nechceme žít na dluh, který budou muset splatit naši vnuci, tak musíme do ceny vyrobené energie započítat i náklady na likvidaci elektrárny a konečně najít způsob bezpečného uložení radioaktivního odpadu. To vše bude velmi drahé a pravděpodobně i riskantní pro životní prostředí. Nad výhodu, že jaderná technologie nevypouští CO<sub>2</sub> tedy převažují problémy s likvidací jaderného odpadu.

- **Riziko havárie**

Věříme, že dnešní technologie jaderných elektráren jsou velmi bezpečné a jejich obsluha zodpovědnější než byli operátoři v Černobylu. Riziko velké havárie je tedy snad menší než v minulosti, ale nelze jej zcela vyloučit. Dnes dokonce vznikají nové hrozby (terorismus, kyberútok...), které riziko zvyšují. Vysoké nároky na bezpečnost provozu zvyšují provozní náklady jaderné elektrárny a tedy i cenu vyrobené energie. Dokonce existuje riziko, že provozovatel z komerčních důvodů časem sleví z bezpečnostních nároků a tak ohrozí bezpečnost širokého okolí elektrárny (viz prokázané falšování defektoskopie v Dukovanech v roce 2015).

- **Nové principy jaderné energetiky**

Zastánci jaderné energetiky často líčí báječná nová řešení, která již brzy vše zázračně zdokonalí a odstraní všechny problémy. Již v roce 1980, v knize „Kde začíná budoucnost“ popisoval Jiří Mrázek jako dohlednou budoucnost množivé reaktory na zpracování vyhořelého paliva a jadernou fúzi, která bude vyrábět energii z vody. Tehdy se odhadovalo, že množivé reaktory budeme užívat do deseti let a jadernou fúzi o dalších deset let později. Ách, to byla doba sladkého technologického optimismu! Dnes, po 40 letech, o těchto možnostech příliš nemluvíme. Jen několik nenapravitelných optimistů si stále myslí, že za dalších 10 či 20 let nastane zázrak... Jiní optimisté zase věří, že v dohledné době někdo začne průmyslově vyrábět malé modulární reaktory, které půjde koupit a instalovat podobně, jako stavební buňku.

Tyto problémy jsou obecně známé a jejich podrobnosti snadno vyhledatelné. Proto je velmi podivné, že naši drazí politici a jejich odborné komise považují jádro za hlavní technologii budoucnosti, aniž by na tyto problémy brali ohled. Vypadá to, jako by sledovali zcela jiné cíle než prospěch naší společnosti a jejích občanů. To potvrzuje i kalkulace ceny jaderné elektrárny:

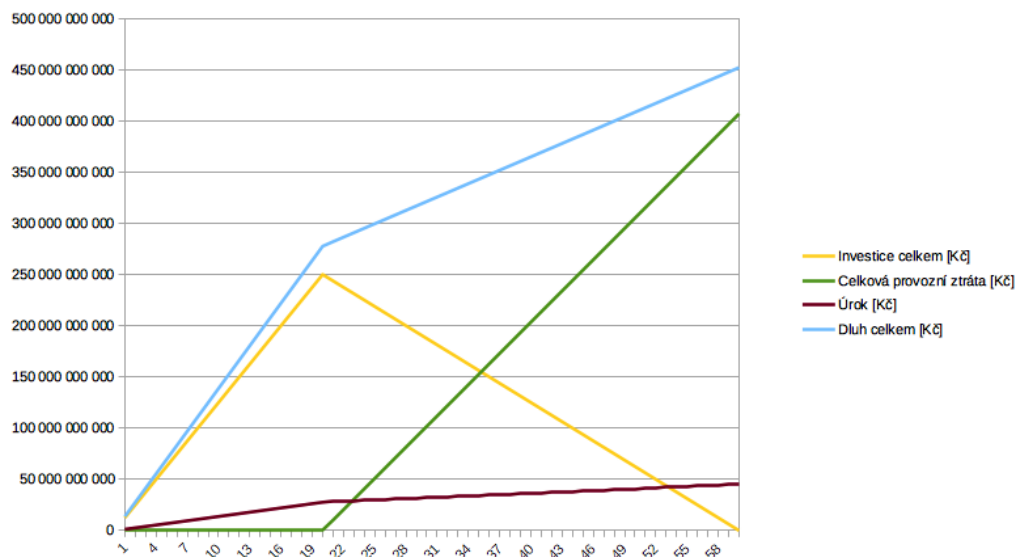
### Parametry jádro

|                                              |                 |
|----------------------------------------------|-----------------|
| Výkon [kW]                                   | 1 200 000       |
| Využití výkonu [%]                           | 90 %            |
| Doba provozu [hod/rok]                       | 7 884           |
| Roční produkce [kWh/rok]                     | 9 460 800 000   |
| Investice [Kč]                               | 250 000 000 000 |
| Investice na vyrobenou energii [Kč/kWh/rok]  | 26              |
| Doba výstavby [roků]                         | 20              |
| Životnost [roků]                             | 40              |
| Náklady na likvidaci celkem [Kč]             | 150 000 000 000 |
| Náklady na likvidaci [Kč/kWh]                | 0,40            |
| Amortizace [Kč]                              | 6 250 000 000   |
| Amortizace [Kč/kWh]                          | 0,66            |
| Údržba [Kč/kW]                               | 2 340           |
| Údržba [Kč/kWh]                              | 0,30            |
| Palivo [Kč/kWh]                              | 0,31            |
| Provoz [Kč/rok]                              | 5 500 000 000   |
| Provoz [Kč/kWh]                              | 0,58            |
| Náklady na výrobu bez úvěru [Kč/kWh]         | 2,25            |
| Průměrná cena silové energie [Euro/MWh]      | 45              |
| Kurz [Kč/Euro]                               | 26              |
| Průměrná cena silové energie [Kč/kWh]        | 1,17            |
| Roční ztráta bez úroku [Kč/rok]              | 10 171 712 000  |
| Bankovní z úrok investice [%]                | 10 %            |
| Bankovní z úrok investice v prvním roce [Kč] | 25 000 000 000  |
| Roční ztráta celkem [Kč]                     | 35 171 712 000  |
| Náklady na výrobu s úvěrem [Kč/kWh]          | 4,89            |

### Poznámky:

- Odhad investice vychází ze studie DIW Berlin (4 až 9 tis. Euro/kW), která zkoumala ekonomiku existujících jaderných bloků. Také odhad provozních nákladů vychází z této studie. Srovnáním ceny velkých projektů v ČR (IT, dálnice...) s cenami obvyklými ve světě jde zřejmě o velmi optimistický odhad.
- Odhad nákladů na likvidaci je optimistický, protože nevíme kolik bude stát trvalé uložení tisíců tun radioaktivního materiálu. To prozatím nikdo na světě nevyřešil. Skutečné náklady proto mohou být násobkem tohoto odhadu.
- Reálně dosažitelný úrok pro výstavbu jaderného bloku je 8 až 12%. To ilustruje nedůvěru finančníků k tomuto podnikání. Představa, že by výstavbu výhodněji úvěroval stát na problému nic nemění. Jen rizika pravděpodobného neúspěchu přenášíme na stát, tedy na každého z nás.
- Odhad nezahrnuje náklady potřebné pro zajištění chladicí vody.
- Odhad nezahrnuje náklady na akumulaci (nová přečerpávací elektrárna?).
- Odhad nezahrnuje náklady na nákup a skladování strategických zásob paliva.
- Odhad nezahrnuje pojištění, protože plná pojistná rizika jsou tak vysoká, že je nelze pojistit. To znamená, že rizika nese stát, čili každý z nás.
- Odhad počítá s dnešní cenou energie. V dohledné budoucnosti však může vlivem moderních technologií tato cena klesat. To by ztrátu ještě zvětšilo.
- Ztráta za celou životnost elektrárny bude cca 450 mld., tedy každý občan ČR zaplatí za podivné choutky našich velmi drahých politiků cca 45 tis. korun na daních.

Výsledek této kalkulace je děsivý. Cena energie z jádra vychází více než 5x vyšší, než cena z fotovoltaiky s akumulací. Jaderný blok vyrobí energii za cca 10 mld. korun ročně, ale ztráta je více než 35 mld. ročně. To opravdu není dobrý obchod! Důvody odklonu světa od jaderné technologie tedy nejsou ideologické či vynucovány „ekoteroristy“, jak se nám snaží namluvit naši drazí politici, ale vyplývají z její ekonomické nevýhodnosti.



*Jaderná energetika zadluží i naše vnuky.  
Opravdu to je nutné?*

Podivné záměry našich drahých politiků a ČEZu s výstavbou dalších jaderných bloků ještě vyniknou, pokud si uvědomíme, že trvale vyvážíme výkon zhruba obou temelínských bloků za mnohem nižší ceny, než budou náklady na výrobu energie v novém bloku. Stát má tedy z našich daní zajistit vysokou výkupní cenu energie z nového bloku, aby ČEZ mohl zvýšit svůj export?

# MOUDŘEJŠÍ CESTA

Je tedy zřejmé, že musíme hledat jiné cesty než ty, které prošlapali naši otcové a dědové. Musíme si uvědomit, že nám nové technologie otevírají zcela nové možnosti a přemýšlet nad tím, jak těchto nových možností co nejlépe využít. Z úvodních kapitol je zřejmé, že nejde jen o volbu vhodných zdrojů (jádro a uhlí, nebo slunce a vítr), ale o novou koncepci provozu a řízení sítě i obchodování s energií.

*Dávná vzpomínka:*

*V šedesátých letech minulého století jsem měl možnost prostudovat funkci velkého obilního mlýna a vyslechnout vzpomínky pamětníků. Mlýn byl postaven v roce 1921 a byl součástí počátků elektrifikace u nás. Hlavním zdrojem energie v něm byla 20 kW kaplanova vodní turbína, kterou poháněla voda, kterou ke mlýnu přiváděl náhon dlouhý několik kilometrů. Tento náhon byl i akumulátorem energie a proto v něm kolísala hladina až o 2 m. Mlýn byl v době svého vzniku energeticky šetrný, tak mohl přebytky energie zásobovat přilehlou vesnici. Regulace byla prostá. Protože tato vesnická síť nebyla propojena s dalšími generátory, tak stačilo, když si stárek všiml, že žárovka nad jeho stolem nějak málo svítí, tak dal pokyn k většímu otevření stavidla. Svítala-li žárovka příliš silně, tak bylo třeba stavidlo přivřít.*

*O několik let později stoupla spotřeba energie natolik, že bylo třeba posílit výrobu. Majitelé se proto rozhodli postavit „dýzlovnu“, tedy do nedalekého sklepa na brambory instalovat čtyři velké lodní naftové motory s alternátory a velkou nádrž na naftu. Regulace již byla poněkud složitější. Proto na rozvaděč namontovali několik měřících přístrojů a mlynář, který to všechno obsluhovat musel dbát na správné sfázování při připojování alternátorů naftových motorů k alternátoru turbíny. Po připojení se však již vše synchronizovalo samo. Když se například alternátor na naftovém motoru začal „předbíhat“, tak odlehčil turbínu, ta jej „dohnala“ a vše bylo opět v pořádku. Nikoho příliš nezajímala přesná frekvence, ani přesné napětí vyráběného proudu.*

*Teprve v padesátých letech byly vesnice i mlýn připojeny k distribuční soustavě. Dýzlovna byla odstavena, protože nafty bylo tenkrát málo, zato režim turbíny a spotřebu mlýna bylo třeba přesně regulovat dle úředně stanoveného harmonogramu. Tento harmonogram však nebyl v žádné souvislosti ani se stavem vody v náhonu, ani s potřebami mlýna. Zato ale byl závazný a vynucován přísnými restrikcemi. Proto se provoz mlýna i režim turbíny musel přizpůsobovat nárokům harmonogramu a tedy často vše fungovalo daleko od dosažitelného optima. Mlelo se tedy méně a draz.*

Tehdy šlo o racionální postupy, protože nebylo možné postupovat efektivněji. Otáčky, frekvence a výkon alternátoru byly v pevném vztahu, reakce uhelných elektráren na změnu zatížení sítě byla pomalá, nebyly datové sítě, ani technologie, které by umožnily chytré řízení. Dnes vše ještě komplikuje podivné obchodování a kupčení s energií a s ním spojená byrokracie založená na postupech našich dědů. Toto obchodování významně prodražuje koncovou cenu energie, tedy deformuje celou ekonomiku.

Dnes již dozrály nové technologie výroby elektrické energie natolik, že jsou konkurenceschopné i bez dotací či státních intervencí (u nás zejména fotovoltaika a vítr). Máme také k dispozici technologie pro automatické, velmi efektivní a bezpečné řízení sítě. Nasazení těchto nových technologií však vyvolá zásadní změny konceptu řízení sítě i obchodování s energií.

Nový koncept zruší monopolní postavení velkých distributorů, vyloučí kupčení s energií a postaví překonané postupy a technologie do přímé konkurence s novými. Proto se ohrožené mocné obory brání a plní veřejný prostor nejružnějšími manipulativními zprávami, které varují před novými technologiemi a snaží se politiky i laickou veřejnost přesvědčit o jejich škodlivosti. Vše ještě doplňuje pokřik, že nám změnu nutí EU a ostatní nepřátelé naší skvělé současnosti.

Dnes je zřejmé, že nasazení nových technologií a využívání výhod z nich plynoucích již nezávisí na samotných technologiích, ale na připravenosti společnosti a na jejich harmonickém začlenění do každodenního života. Toho lze dosáhnout jen intenzivní propagací a vzděláváním laické veřejnosti.

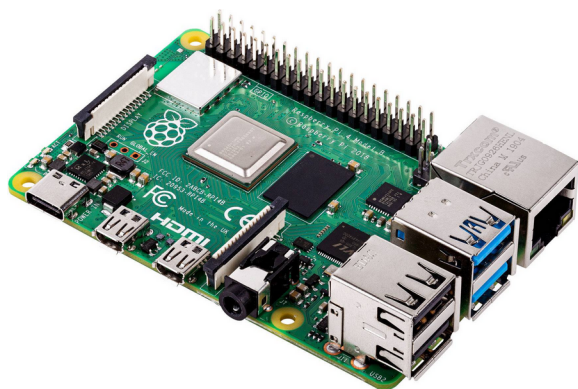
## KROK PRVNÍ – CHYTRÝ ELEKTROMĚŘ

Chování a stabilita sítě je do značné míry určována chováním odběratelů. Dnes se toto chování snaží distributoři usměrňovat dvousazbovými elektroměry, které více zpoplatňují odběr ve špičce a méně mimo špičku. Harmonogram, který určuje přepínání ceny během dne nastavuje „hromadné dálkové ovládání“ (HDO). Přepínání se však děje jen v celých hodinách (dáno předpisem) a doba, po kterou dodavatel účtuje vysokou sazbu je dána smlouvou (např. tarifem D45d). Je tedy zřejmé, že momentální cena energie závisí na skutečném zatížení sítě jen velmi volně. Motivaci odběratelů optimalizovat své chování dále tlumí i to, že velkou část výsledné ceny představují fixní platby (platba za jistič) či platby nezávislé na zatížení sítě (platba za obnovitelné zdroje, operátorovi atd.). Přitom je vše obaleno složitou a nákladnou byrokracií. Zdá se tedy, že dnešní řešení spíš optimalizuje zisk dodavatele, než zatížení sítě. Nevýhodou je i to, že odběratel prakticky nemá zpětnou vazbu, která by jej vedla k optimalizaci jeho chování. Jen jednou za rok jej dodavatel překvapí několikastránkovou fakturou s celoročním vyúčtováním. Hlubší zamyšlení nad touto fakturou snad přesvědčí i odpůrce nových technologií, že doba je zralá a vyžaduje změnu.

Tyto postupy měly smysl ještě před zhruba 30 roky, protože tenkrát nebylo k dispozici nic lepšího. Dnes však můžeme postupovat zcela jinak. Základem efektivní chytré sítě by měl být chytrý elektroměr připojený datovou sítí k nadřazenému energetickému uzlu a serveru pro účtování a platbu. Elektroměr bude nejen měřit okamžitou spotřebu, ale reagovat na momentální zatížení nadřazeného energetického uzlu tím, že bude automaticky „dražit“ cenu v reálném čase. Nadřazený uzel bude podobně dražit cenu se svým nadřazeným uzlem atd. Tak půjde velmi efektivně vyrovnávat zatížení jak celé energetické sítě, tak všech jejích zákoutí. To vše bez odečítačů elektroměrů, zbytečných byrokratických formalit, desítky různých sazeb, poplatku za rezervovaný výkon atd. Během špičky odběru bude energie drahá a při malém odběru bude naopak levná. Vše půjde detailně monitorovat přehlednými grafy na mobilu či počítači odběratele. Bude jen na zákazníkovi, tedy například na naší domácnosti, jak na toto kolísání ceny bude reagovat.



*Chytrý elektroměr může vypadat podobně jako jistič v hlavním domovním rozvaděči. Spolu s hlavním stykačem může nahradit i hlavní jistič a chránič*



*Počítač velikosti kreditní karty za 35\$ může být základem jak chytrého elektroměru, tak serveru chytré domácnosti*

Přesná informace o momentální ceně energie může být důležitým parametrem ovládání chytré domácnosti. Domácí server bude sledovat jak cenu energie, tak stav či potřeby domácnosti a ovládat spotřebiče. Může například odložit ohřev teplé vody či nabíjení elektromobilu na dobu s nízkou cenou energie. Tak může významně snížit naše náklady na odebranou energii a současně efektivně vyrovnávat síť. Později jistě vzniknou i programy, které se budou učit z našeho chování a z kolísání ceny energie a pomocí postupů umělé inteligence vše automaticky optimalizovat. Úspory u odběratele mohou být až desítky procent a kolísání zatížení sítě může být mnohem nižší než dnes. To zlepší využití energetické soustavy a odloží potřebné investice o mnoho let

Abychom tohoto stavu mohli dosáhnout, musíme zásadně změnit pravidla distribuce a účtování. To ale znamená, že mnoho institucí a úředníků ztratí svou dnešní moc a postavení, což je hlavní důvod proč nesměřujeme k racionálnějšímu řešení!!



## KROK DRUHÝ – ROVNÉ POSTAVENÍ UZLŮ

---

Dnes jsou již mnohé nové technologie natolik zralé, že je lze nasadit i bez dotací a státních intervencí. Tak se z každého dnešního odběratele může stát aktivní partner energetické sítě, který energii nejen odebírá, ale i do sítě dodává. V našich podmínkách půjde zejména o fotovoltaiku, bateriovou akumulaci, kogeneraci biomasy a odpadu atd. Podmínkou efektivního budování a využívání těchto nových aktivních energetických uzlů však je spravedlivé účtování. I ten nejmenší uzel v nejzapadlejším koutě energetické soustavy musí mít pravidla přístupu k síti stejná jako Temelín a kupovat i prodávat energii za aktuální místní cenu.

Chytrý elektroměr bude automaticky dražit cenu a rozhodovat kdy a kolik kupovat či prodávat. To znamená, že fotovoltaika či akumulace v domku zapadlé vísky bude v přímé konkurenci k velkým jaderným či uhelným elektrárenským blokům. Přitom bude vše probíhat automaticky, bez složité byrokracie. Síť bude řídit síť chytrých elektroměrů podobně, jako routery řídí datové přenosy internetu.

Bateriová úložiště reagují na změny zatížení sítě prakticky okamžitě, zatím co reakce uhelných elektráren trvá desítky minut až hodiny a jaderné elektrárny svůj výkon nemohou regulovat skoro vůbec. Pokud tedy bude výkon a kapacita bateriové akumulace dostatečná, nebude nutné vytvářet harmonogramy odběru a nic plánovat. S bateriovou akumulací tedy odpadnou náklady na byrokracii, rezervaci výkonu atd. Přitom může akumulace udržet potřebný výkon velkých elektrárenských bloků na optimu, tedy v režimu s nejvyšší účinností. Decentralizace energetických uzlů sníží přenosové ztráty a lépe využije investice vložené do přenosové i distribuční soustavy. Současně výrazně zvýší bezpečnost celé sítě, předejde rozsáhlým výpadkům atd.

Zásadní překážkou na této cestě bude odpor velkých energetických firem, které ztratí své monopolní postavení a dostanou se do přímé konkurence s novými, výhodnějšími technologiemi. Proto je veřejný prostor plný bludů, které varují laickou veřejnost před novými technologiemi a vychvalují jádro, jako jediné možné řešení budoucí energetiky. Překonat tento odpor nebude snadné.

## KROK TŘETÍ – POSTUPNÉ ZAVÁDĚNÍ

---

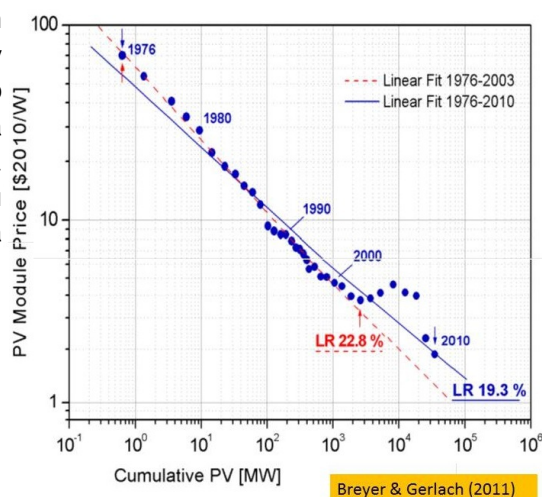
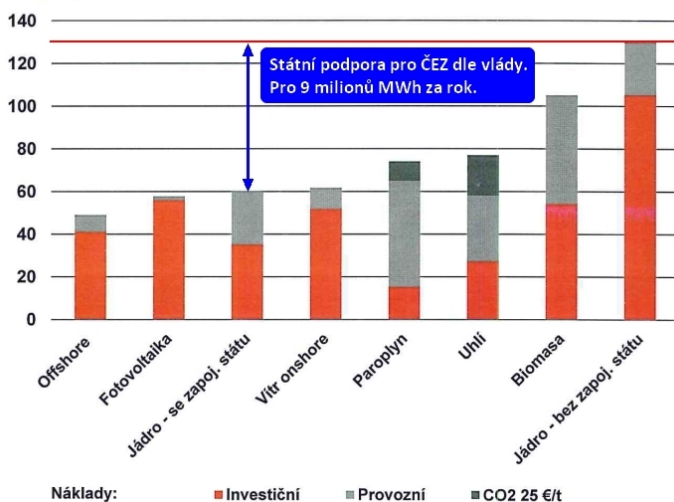
Potřebné změny můžeme zavádět postupně. Pokud přijmeme potřebnou legislativu, tak si ti, kteří již novou cestou vykročili, či chtějí vyrazit, tedy majitelé a zájemci o fotovoltaiku, elektromobily atd. mohou pořídit chytrý elektroměr. Teprve potom budou spravedlivě odměňováni a budou sklízet plody svého úsilí. Prozatím půjde jen o malou část odběratelů, kterou můžeme využít k testování jak potřebného HW a SW, tak ověření a doladění nových pravidel. Tato změna tedy nijak neohrozí stávající energetickou soustavu, ale připraví podmínky pro její „velkou transformaci“.

Důležité bude i to, že tito první osvojitelé nových technologií ukáží jejich realizovatelnost a výhodnost. Prokáží rychlou návratnost vloženého kapitálu a tak přesvědčí veřejnost, že jde o cestu vhodnou k následování. Přechod k novým technologiím tedy může proběhnout přirozeným způsobem, bez dotací a státních intervencí. Podmínkou hladkého přechodu však jsou jednoduchá, jasná, spravedlivá a stabilní pravidla spolupráce uzlů na síti.

# FOTOVOLTAIKA

Dnes je v našich podmínkách nejvýhodnějším zdrojem energie fotovoltaika. Ceny fotovoltaických panelů již desítky let prudce klesají a jejich účinnost i životnost roste. Proto se, z kdysi kosmické technologie, stala běžně dostupná součást našeho života. Tím vytlačuje dnes obvyklé uhlí a jádro, jejichž investiční i provozní náklady nemohou fotovoltaice konkurovat, jak dokládají přiložené obrázky a grafy.

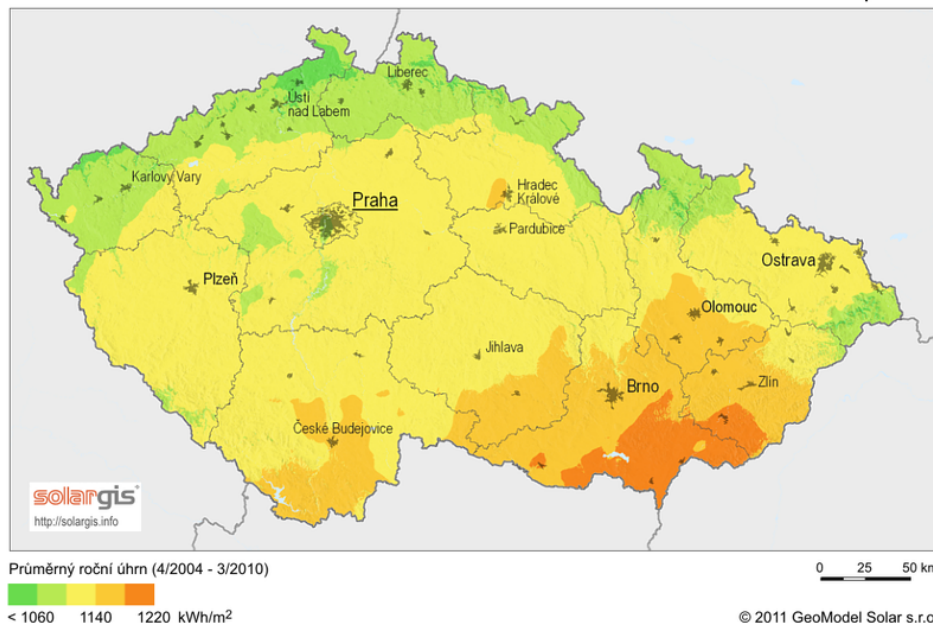
Plné náklady na nový zdroj v Evropě\*  
EUR/MWh



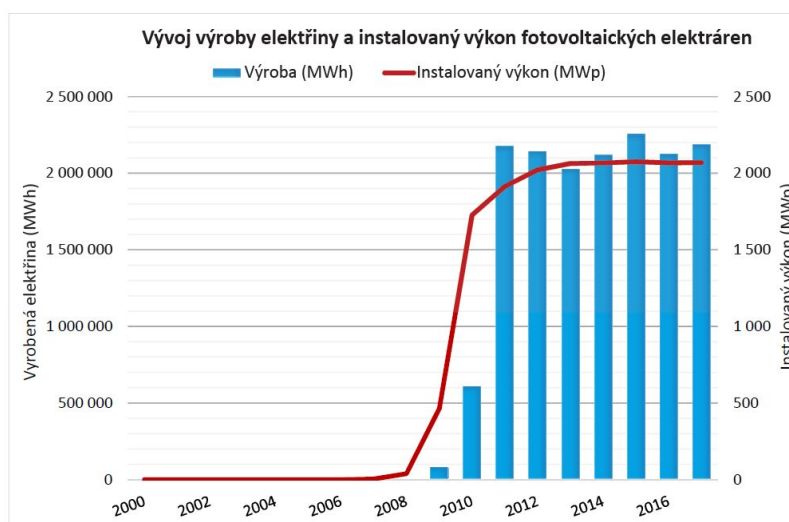
Solární panel může vypadat jako běžná krytina

Globální horizontální záření

Česká republika







*Fakt, že panel s výkonem 1 kWp vyrobí ročně 1 000 kWh  
dokazuje i oficiální statistika.  
Tatáž statistika však dokazuje, že s výstavbou obnovitelných zdrojů  
opravdu příliš nespěcháme*

Pokusme si tedy představit, jak by mohla vypadat ekonomika malé fotovoltaické elektrárny například na střeše rodinného domku:

#### Koncové ceny energie

|                           |      |      |      |
|---------------------------|------|------|------|
|                           | Rok: | 2021 | 2041 |
| Mimo špičku [Kč/kWh]      |      | 2    | 1,5  |
| Ve špičce [Kč/kWh]        |      | 4    | 3    |
| Celoroční průměr [Kč/kWh] |      | 3    | 2    |

#### Parametry fotovoltaika bez akumulace

|                                             |      |        |        |
|---------------------------------------------|------|--------|--------|
|                                             | Rok: | 2021   | 2041   |
| Výkon panelu [kWp]                          |      | 1      | 1      |
| Čas [hod./rok]                              |      | 1 000  | 1 000  |
| Produkce [kWh/rok]                          |      | 1 000  | 1 000  |
| Cena panelu [Kč/kWp]                        |      | 10 000 | 5000   |
| Instalace + elektronika [Kč/kWp]            |      | 5 000  | 2500   |
| Investice celkem [Kč/kWp]                   |      | 15 000 | 7500   |
| Investice na vyrobenou energii [Kč/kWh/rok] |      | 15     | 8      |
| Životnost panelu [roků]                     |      | 40     | 40     |
| Amortizace [Kč/kWh]                         |      | 0,38   | 0,19   |
| Údržba [Kč/kWp/rok]                         |      | 100    | 100    |
| Údržba [Kč/kWh]                             |      | 0,1    | 0,1    |
| Náklady na produkci bez úvěru [Kč/kWh]      |      | 0,475  | 0,2875 |
| Roční výnos [Kč]                            |      | 2 525  | 1 713  |
| Doba výstavby [roků]                        |      | 1      | 0,1    |
| Návratnost investice [roků]                 |      | 5,17   | 3,95   |
| Návratnost investice s amortizací [roků]    |      | 5,94   | 4,38   |
| Trvalý výnos z vloženého kapitálu [%]       |      | 17 %   | 23 %   |
| Bankovní úrok z úvěru [%]                   |      | 2,50 % | 2,00 % |

#### Poznámky:

- Kalkulace je vztažena k jednomu kilowattpeaku ( $kW_p$ ), tedy cca než  $5m^2$  panelů. Konkrétní instalace bude pokrývat větší část střechy, bude mít tedy násobně větší výkon i výnos.

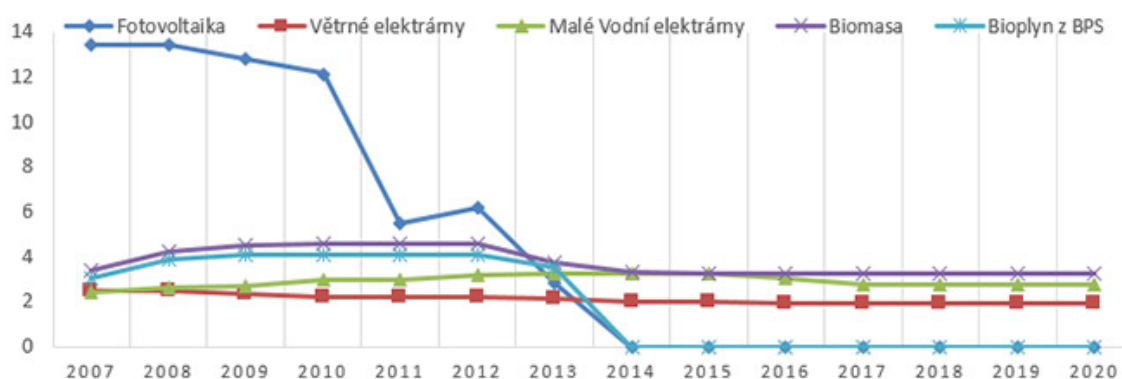
- Životnost elektrárny je dlouhá, musíme tedy počítat s vývojem cen jak energie, tak technologií. Všimněme si, že předpokládané silné nasazení nových technologií povede ke snižování koncové ceny za energii.
- Výsledná cena počítá s amortizací a tedy i obnovou panelů. Je tedy trvale udržitelná.
- Kalkulace počítá s ideální orientací a sklonem střechy. V praxi může být výnos poněkud nižší.
- Některé panely mohou nahrazovat střešní krytinu, což může snížit náklady na fotovoltaiku při nové výstavbě či při rekonstrukcích.
- Kalkulace počítá s osluněním 1000 kWh/rok. Jde tedy o pesimistický odhad. Ve výhodnějších lokalitách můžeme dosáhnout poněkud vyšší produkce i výnosu.

Solární panely však nemusí být jen na střechách rodinných domků, ale i firem, parkovišť atd., tedy v místě přímé spotřeby. Mohou tvořit ploty, pokrývat fasády či stínit pastviny a pole se stínomilnými plodinami (agrivoltaika). Máme tedy dostatek plochy k tomu, aby fotovoltaické technologie pokryly celou naši spotřebu energie (viz dále).



Všechny tyto úvahy však předpokládají jasná, spravedlivá a stabilní pravidla spolupráce energetických uzlů v síti. Prozatím nám naši drazí politici předvádějí jen spoustu chaotických zásahů spojených s nesmyslnými investicemi a dotacemi, které jen deformují celou ekonomiku a vzdalují nás od racionálního řešení.

## SROVNÁNÍ VÝKUPNÍCH CEN ELEKTRICKÉ ENERGIE Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ V ČR V KČ/KWH



Tento graf je důkazem nepředvídatelnosti vývoje trhu, který je podřízen politickým rozhodnutím. Další podivnosti jsou rozdílné ceny energie z různých zdrojů. Proč?

# AKUMULACE

Z dat na <https://www.electricitymap.org/zone/CZ> je patrné, že během dne, týdne a roku zatížení sítě kolísá o více než 50%. Aby nedošlo k přetížení a zhroucení sítě, musí totiž být dostupný výkon zdrojů stejný, nebo vyšší, než nejvyšší možný odběr. Proto zdroje po většinu času pracují jen na částečný výkon či jsou odstaveny. To přirozeně snižuje účinnost zdrojů a zvyšuje cenu vyrobené energie. Další komplikace spočívá v pomalé reakci velkých elektráren za změnu zatížení sítě. Proto je obchod s energií komplikován složitými smlouvami, harmonogramy atd., které by měly zajistit předvídatelnost kolísání spotřeby. Reálný život však jde svou cestou a obchodní byrokracií se řídí jen z části. Na toto kolísání reaguje okamžitá velkoobchodní cena energie, což kolísání odběru poněkud omezuje. Proto musí být dnešní energetická síť doplněna přečerpávacími elektrárnami, které reagují na změny zatížení sítě rychleji než uhelné a využívají přebytky energie v dobách poklesu spotřeby.

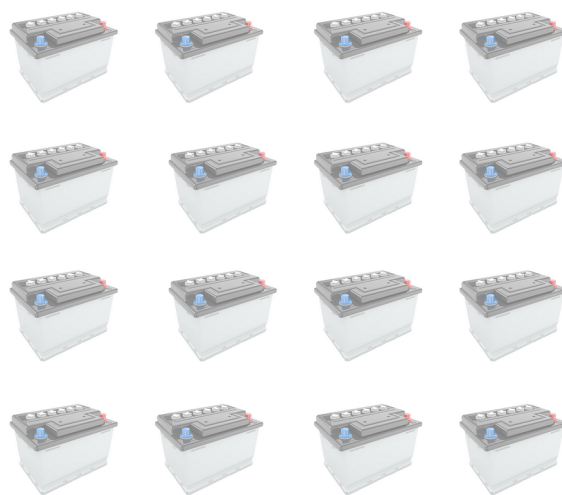
Moderní technologie však tuto situaci zásadně mění. Fotovoltaika a vítr vnáší do sítě obtížně předvídatelné změny, protože slunce svítí jen ve dne a může jej zakrýt mráček a vítr také pořád nefouká. Svatý Petr tedy nedodržuje předpisy a nedbá na harmonogram. Proto musíme hledat jiná řešení, jak si schovat energii z chvil, kdy je k nám svatý Petr přející, na dobu kdy je lakotný. Dnes obvykle nasazujeme bateriová úložiště a vyvíjejí se i vodíkové technologie.

## BATERIE

V posledních desetiletích se do vývoje baterií pro přenosnou elektroniku a elektromobilitu investovalo obrovské úsilí a velké finanční prostředky. To vedlo ke zvyšování výkonu, kapacity i životnosti baterií. To umožňuje dnešní baterie nasadit pro vyrovnávání sítě podobně jako přečerpávací elektrárny.

Zásadní výhodou bateriových úložišť je jejich rychlá reakce na potřeby sítě. Mohou přejít z režimu nabíjení do vybíjení za zlomek sekundy a mohou stejně rychle a plynule regulovat výkon nabíjení či vybíjení. To zcela mění nároky na řízení celé energetické sítě. Již nemusíme vytvářet harmonogramy spotřeby a nic plánovat. Stačí, když bateriové úložiště připojíme k síti chytrým elektroměrem a chytrá síť se sama postará o jeho optimální využití.

Další výhodou je to, že můžeme zřizovat malá „domácí“ úložiště, která odstraní rizika výpadků a sníží nároky na distribuční soustavu i její ztráty. Přitom budeme vydělávat tím, že budeme nakupovat levnou energii v době přebytku a prodávat v době nedostatku, čili vyrovnávat energetickou síť. Stačí, když do sklepa umístíme skříň s bateriemi, kterou propojíme s chytrou domácností a chytrým elektroměrem. Bateriové úložiště tedy umožňuje budovat chytrou energetickou síť „zdola“, bez velkých dotací a státních intervencí. Stačí, když budou stanovena spravedlivá pravidla spolupráce.



Běžná olověná baterie 12V/40Ah  
hmota 12 kg  
životnost 300 cyklů



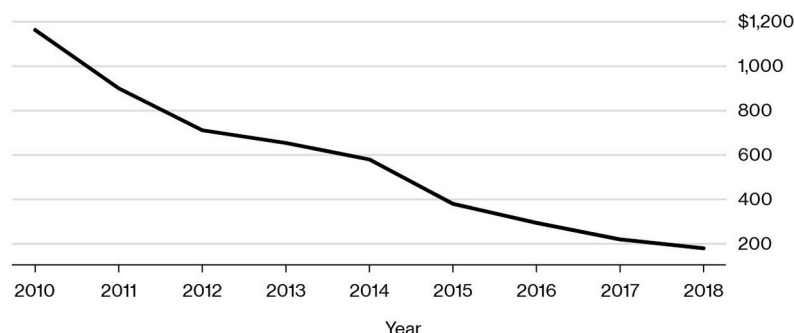
Srovnatelná moderní baterie  
hmota 1,6 kg  
životnost 5 000 cyklů

*Laická veřejnost si neuvědomuje pokrok, který v posledních letech baterie udělaly*

## Battery Prices Plunge

Rising production of lithium-ion battery packs has slashed prices.

Price (\$/kWh)



Source: BloombergNEF

Bloomberg

*Dnešní cena moderních baterií je pod 100\$/kWh a dále klesá*

Dnes rychlému růstu výroby přenosné elektroniky a elektromobility nestačí růst těžby surovin a výroby baterií. Proto je poptávka po bateriích výrazně vyšší, než jejich nabídka, což zvyšuje cenu. Tato disproporce se však postupně vyrovnává. To povede k dalšímu snižování ceny.

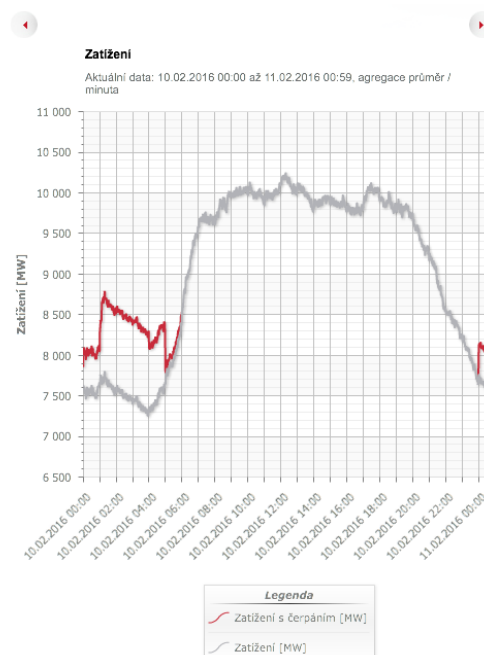
### Koncové ceny energie

|                           | Rok: | 2021 | 2041 |
|---------------------------|------|------|------|
| Mimo špičku [Kč/kWh]      |      | 2    | 1,5  |
| Ve špičce [Kč/kWh]        |      | 4    | 3    |
| Celoroční průměr [Kč/kWh] |      | 3    | 2    |

### Parametry akumulace

|                                     | Rok: | 2021  | 2041  |
|-------------------------------------|------|-------|-------|
| Kapacita baterie [kWh]              |      | 1     | 1     |
| Technická životnost baterie [cyklů] |      | 5 000 | 8 000 |
| Stabilita baterie [roků]            |      | 20    | 30    |
| Cena baterie [Kč/kWh]               |      | 2 500 | 1 500 |
| Instalace + elektronika [Kč/kWh]    |      | 200   | 100   |
| Investice celkem [Kč/kWh]           |      | 2 700 | 1 600 |
| Amortizace [Kč/kWh/cyklus]          |      | 0,50  | 0,19  |
| Využití [cyklů/rok]                 |      | 360   | 360   |
| Hloubka cyklů [%]                   |      | 80 %  | 80 %  |
| Provozní životnost baterie [roků]   |      | 17    | 28    |

|                                          |        |        |
|------------------------------------------|--------|--------|
| Výnos z jednoho cyklu [Kč/cyklus]        | 1,60   | 1,20   |
| Roční výnos [Kč]                         | 576    | 432    |
| Návratnost investice [roků]              | 4,69   | 3,70   |
| Návratnost investice s amortizací [roků] | 6,82   | 4,39   |
| Trvalý výnos z vloženého kapitálu [%]    | 15 %   | 23 %   |
| Bankovní úrok z úvěru [%]                | 2,50 % | 2,00 % |



*Změny zatížení celé sítě jsou velké a rychlé. Lokální změny však mnohou být větší a rychlejší.*

### Poznámky:

- Kalkulace je vztažena k 1 kWh. Konkrétní instalace může mít i stovky až tisíce kWh, dle místních potřeb a možností.
- Životnost baterie je dlouhá, musíme tedy počítat s vývojem cen jak energie, tak technologií. Všimněme si, že předpokládáme silné nasazení nových technologií povede ke snižování koncové ceny za energii.
- Výsledná cena počítá s amortizací a tedy i obnovou baterie. Je tedy trvale udržitelná

## VODÍK ETC.

Již Jiří Mrázek se ve své knize „Kde začíná budoucnost“ v roce 1980 poněkud podívoval, proč se vodíku nevyužívá mnohem víc, proč už dávno nežijeme v „Době vodíkové“. Vývoj však šel jinudy. Potřeby přenosné elektroniky urychlily vývoj baterií a tak se vodíkové technologie dostaly do pozadí.

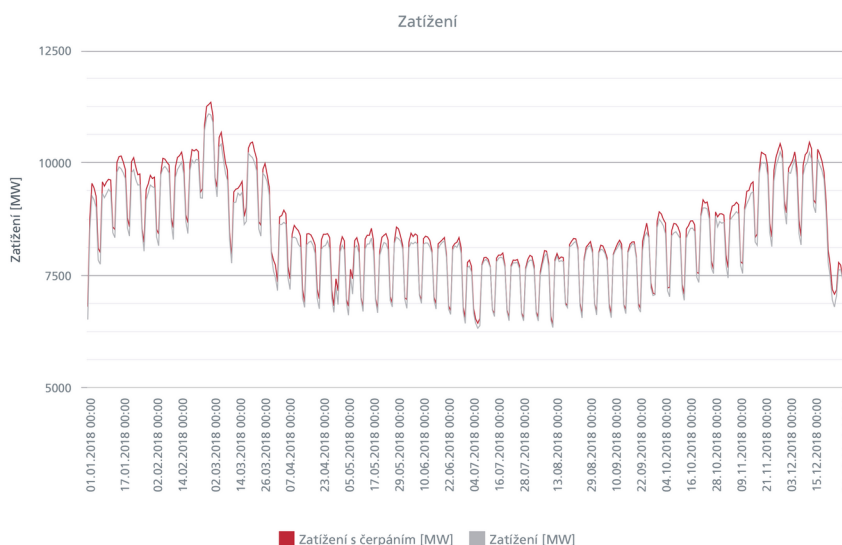
Dnes se opět často mluví o vodíkových technologiích v souvislosti s ekologizací energetiky a dopravy. Aby šlo o čistý a trvale udržitelný postup, tak musí být založen na elektrolýze vody. Takto vyrobený vodík musí být stlačen či zkapalněn do vhodné skladovací nádoby a v době spotřeby přeměněn palivovými články opět v energii. Celková účinnost tohoto procesu je cca 30%. Přitom dynamika a rychlost reakce celého systému je mnohem menší než baterií. Aby se dal vodík nasadit jako hlavní zdroj akumulace, musela by být mezi palivovým článkem a sítí zapojena baterie, která zajistí dostatečnou rychlost a dynamiku reakce. Druhou možností je, že v síti bude dostatek uzlů s bateriovou akumulací, které zachytí rychlé nárazy a vodík bude jen vyrovnávat celkovou bilanci.

Dalším velkým problémem je samotné skladování vodíku. Jeho molekula je velmi malá, proto snadno proniká stěnami běžných ocelových tlakových nádob. Dnes již údajně existují materiály, jejichž vrstva uvnitř tlakové nádoby tomuto pronikání zabrání. Výsledná nádoba je však mnohonásobně těžší než je hmotnost v ní uloženého vodíku a tedy i velmi drahá. Kryogenní skladování zase vyžaduje větší energii na zkapalnění (cca 40% energie zkapalněného vodíku) a má značné ztráty odparem (cca 3% denně). Na vývoji lepších technologií se však intenzivně pracuje a postupně se zdokonalují.

Věříme, že se tyto problémy časem zmírní natolik, že se vodík stane běžnou součástí „velké“ energetiky a „velké dopravy“ (například lodní). K využití vodíku v osobní dopravě či malé domácí akumulaci jsme však velmi skeptičtí. Zato věříme, že časem bude možné do vodíku ukládat letní přebytky z fotovoltaiky pro vykrytí zimní silnější spotřeby a slabší výroby.

Reálná data: 01. 01. 2018 až 31. 12. 2018

AGREGACE PRŮMĚR / DEN



*V létě hodně svítí slunce, ale je malá spotřeba. V zimě je tomu naopak.  
To je velká příležitost pro využití vodíku.*

To by však znamenalo, že cena energie v zimě by byla výrazně vyšší než v létě. V racionálním energetickém mixu však bude i energie z biomasy a komunálního odpadu, které budou vodíku konkurovat. Zásadním korektivem však může být i levná energie z větru nad Severním mořem. Je zřejmě věcí budoucího přirozeného vývoje, jaká rovnováha se mezi zdroji nastaví. Nebezpečím však jsou neuvážené zásahy politiků, kteří mají občas předvolební chuť napravovat přirozený vývoj.



## VLIV ELEKTROMOBILITY

---

Odpůrci nových technologií hrozí strašlivými důsledky zavádění elektromobility. Dokáží například tvrdit, že kdyby všech cca 5 milionů osobních aut u nás bylo od zítřka elektrických, a kdyby začaly současně nabíjet palubními nabíječkami 22 kW, tak by bylo potřeba postavit 100 nových temelínských bloků. To je podobné jako představa, že kdyby všech cca 10 milionů rychlovarných konvic 2 kW začalo současně vařit kávu, tak bude třeba postavit 20 temelínských bloků. Ve skutečnosti si jen část z nás vaří ranní kávu či čaj a děláme to obvykle mezi šestou a desátou hodinou a voda vře po zhruba 2 minutách. Proto vaření kávy zatíží síť méně než 200 MW, tedy asi 2% průměrného zatížení sítě.

Podobné to je i s nabíjením elektromobilu. Osobní automobil u nás ujede průměrně méně než 10 tis km/rok, tedy méně než 30 km/den. To při spotřebě 15 kWh/100 km představuje denní spotřebu méně než 5 kWh. Protože obvykle nabíjíme pomalu a v noci (je to pohodlnější, levnější a šetrnější k baterii), tak by nabíjení všech 5 milionů elektromobilů jen z větší části vyrovnalo noční propad spotřeby. To však předpokládá snadnou dostupnost chytrých veřejně sdílených wallboxů, kterých by cílově mělo být stejně nebo více než elektromobilů, aby mohly být při parkování vždy připojeny k síti.

Pokud odstraníme dnešní byrokratické bariéry výstavby a provozu wallboxů, tak by to neměl být problém. Vždyť chytrý veřejně sdílený wallbox je v podstatě jen třífázová zásuvka s trochou elektroniky v ceně cca 2% ceny dnešního elektromobilu. Proto je nepochopitelné, že veřejná podpora směřuje k rychlonabíječkám, ale o odstraňování bariér výstavby wallboxů nikdo neusiluje.

Palubní nabíječka některých pokročilých elektromobilů však umí nejen ukládat energii ze sítě do baterie (G2B), ale i z baterie napájet síť (B2G). Může tedy dobít elektromobil, který uvízl na cestě s vybitou baterií, nebo dovést energii energetickému ostrůvku, který nemá připojení k síti či zálohovat naši domácnost proti výpadkům. Hlavně však může fungovat jako malá přečerpávací elektrárna. Baterie moderního elektromobilu s dojezdem 400 km má při 5 tisících cyklech životnost cca 2 miliony kilometrů, tedy 200 let průměrného užívání. Přitom je chemická stabilita dnešních pokročilých baterií jen cca 20 let. Je tedy výhodné baterii elektromobilu využívat i k podpoře energetické sítě a tak ji lépe využít.

Pokud by elektromobil poskytl na vyrovnávání sítě kapacitu 40 kWh, tak by při rozdílu ceny ve špičce a mimo špičku 2 Kč vydělal 80 Kč/den, tedy skoro 30 tis Kč/rok. Za 20 let by tedy vydělal více než rozdíl mezi dnešní cenou elektromobilu a spalovacího vozu. Přitom rozdíl mezi cenou dnes obvyklé palubní nabíječky a opravdové nabíječky 22 kW B2G je jen cca 2% ceny vozu. Má tedy smysl usilovat o to, aby všechny elektromobily byly vybaveny takovouto palubní nabíječkou. Cílově by tedy akumulace v elektromobilech mohla být 40 kWh x 5 mil. vozů = 200 GWh, tedy zhruba jeden den spotřeby celé ČR.

Je tedy zřejmé, že nebude třeba kvůli elektromobilitě stavět nové elektrárenské bloky či posilovat vedení, jak nás přesvědčují milovníci výfuků. Elektromobilita naopak zlepší využití sítě a zvýší její účinnost.

# FOTOVOLTAIKA S AKUMULACÍ

Největší nevýhodou fotovoltaiky je její závislost na denní době a na počasí. Pokud ji spojíme s akumulací, tak tuto závislost potlačíme a přitom vyděláváme na vyrovnávání sítě. Současně akumulace umožní prodávat energii z fotovoltaiky v době energetické špičky, tedy za výhodnější cenu a současně působí jako záloha chránící takový energetický uzel před výpadkem. Proto by se měla fotovoltaika s akumulací stát základní technologií energetiky dohledné budoucnosti. Výhodou je, že může být budována postupně a „zdola“. Může tedy pružně reagovat na aktuální potřeby a vývoj technologií a přitom efektivně využít potenciálu místa instalace.

## Koncové ceny energie

| Rok:                      | 2021 | 2041 |
|---------------------------|------|------|
| Mimo špičku [Kč/kWh]      | 2    | 1,5  |
| Ve špičce [Kč/kWh]        | 4    | 3    |
| Celoroční průměr [Kč/kWh] | 3    | 2    |

## Fotovoltaika s akumulací

| Rok:                                     | 2021   | 2041   |
|------------------------------------------|--------|--------|
| Výkon panelu [kWp]                       | 1      | 1      |
| Kapacita baterie [kWh]                   | 10     | 20     |
| Investice panel [Kč]                     | 15 000 | 7 500  |
| Investice baterie [Kč]                   | 27 000 | 32 000 |
| Investice celkem [Kč/kWp]                | 42 000 | 39 500 |
| Amortizace a údržba panelu [Kč/kWh]      | 0,475  | 0,2875 |
| Produkce panelu [kWh/rok]                | 1 000  | 1 000  |
| Produkce panelu [Kč/rok]                 | 4 000  | 3 000  |
| Cykly baterie z fotovoltaiky [n]         | 100    | 50     |
| Výnos cyklů s fotovoltaikou [Kč/rok]     | 3 525  | 2 713  |
| Výnos z vyrovnávacích cyklů [Kč/rok]     | 5 200  | 9 300  |
| Amortizace baterie [Kč/rok]              | 1 800  | 1 350  |
| Výnos celkem [Kč/rok]                    | 6 925  | 10 663 |
| Návratnost investice s amortizací [roků] | 6,06   | 3,70   |
| Trvalý výnos z vloženého kapitálu [%]    | 16 %   | 27 %   |

## Poznámky:

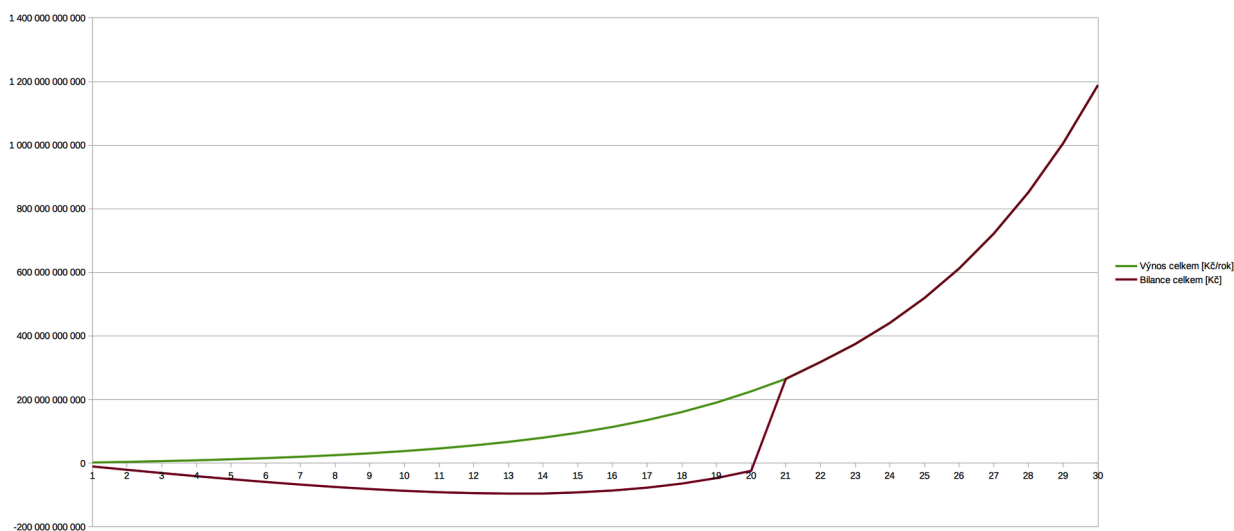
- Kalkulace je vztažena k 1 kW<sub>p</sub> výkonu fotovoltaiky. Konkrétní instalace může mít jednotky až tisíce kW<sub>p</sub>, dle možností a potřeb místa.
- Protože dnes je výkon fotovoltaiky s akumulací proti celkovému výkonu sítě zanedbatelný, neumíme přesně odhadnout jak se změní chování sítě a tedy i ceny při jejím masivním nasazení. Poměr kapacity baterie k výkonu panelu je proto jen hrubým odhadem. Optimální poměr se bude jistě měnit pozvolným vývojem poměrů na síti.
- Do kalkulačky je zahrnuta i amortizace, tedy postupná obnova systému. Ten je tedy trvale udržitelný.
- Z kalkulačky je patrné, že odhadované náklady na technologii klesají rychleji, než odhadovaný pokles cen energie. Časem tedy bude buď stoupat zisk, nebo ceny energie budou klesat rychleji.
- Kalkulovaný pokles cen technologie je skeptický. Kdybychom extrapolovali vývoj cen posledních let, tak by byl jejich pokles výrazně větší.



# SILNÝ ARGUMENT

Z předchozího je patrné, že pokud nastolíme spravedlivé poměry na trhu s elektřinou, a odstraníme formální bariéry kladené novým technologiím, tak se může stát budování obnovitelných zdrojů výhodným ukládáním kapitálu. Může se tedy stát standardním podnikáním i bez dotací a státních intervencí. To je v silném kontrastu s obrovskými náklady a ztrátami, které by si vyžádala stavba nového jaderného bloku.

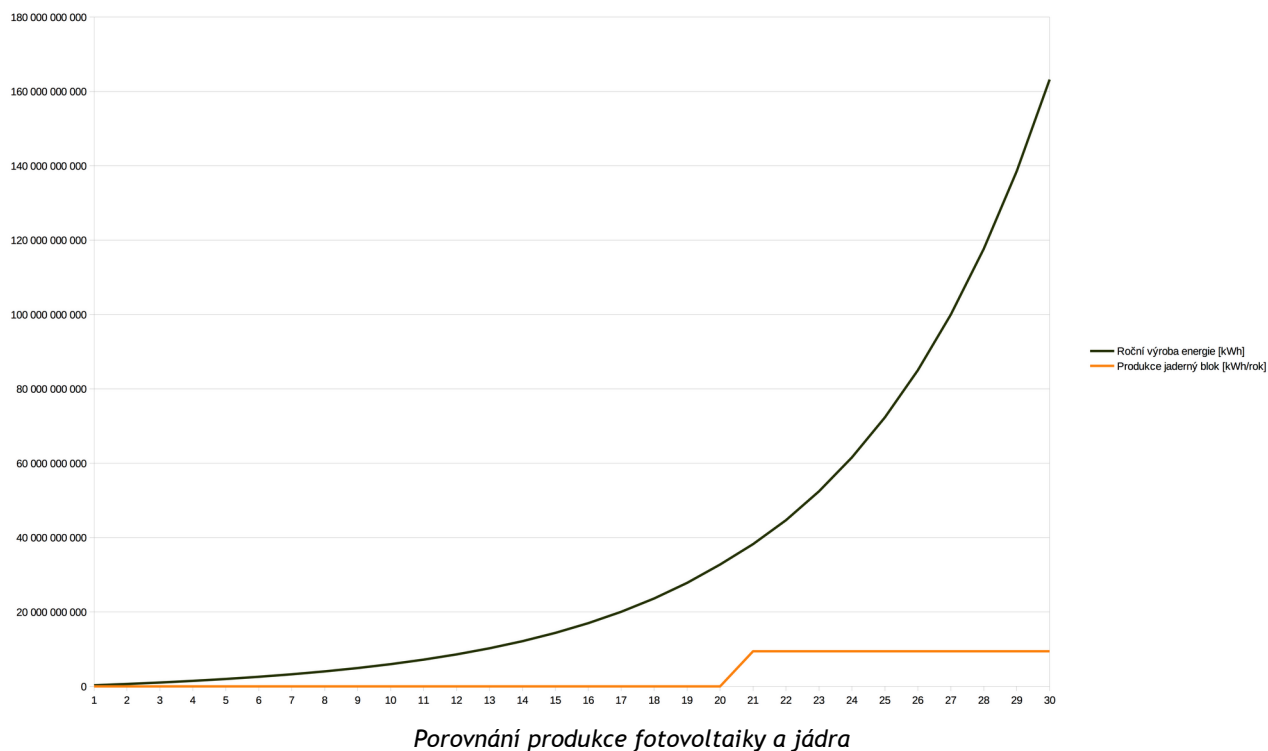
Abychom si tento rozdíl uvědomili, tak si zkusme představit, že místo do jádra budeme investovat do fotovoltaiky s akumulací. Budeme tedy po 20 let investovat 12,5 mld. ročně, tedy zhruba tolik kolik a tak dlouho jako do jádra. Potom dojdeme k těmto výsledkům:



*Možný průběh financování výstavby fotovoltaické energetiky*

## Poznámky:

- *Protože instalace panelů a baterek je snadná a rychlá, tak fotovoltaika začne vydělávat do několika týdnů až měsíců od začátku stavby.*
- *Pokud všechny výnosy vložíme do umořování investice a po jejím umoření do dalšího rozšiřování kapacity, tak kapacita může trvale růst.*
- *Největší zadlužení bude jen cca 38% dluhu z výstavby jádra.*
- *Již v po 21 letech bude projekt bez dluhů.*
- *Již po 21 letech bude projekt silně ziskový a bude schopen financovat další rychlý rozvoj.*
- *Panely mohou pokrýt střechy, fasády a ploty budov, parkovišť a pozemků úřadů a institucí státu, krajů i obcí. Potřebné plochy tedy bude více než dost.*
- *Odstraníme-li dnešní nesmyslné bariéry přirozeného rozvoje, tak bude fotovoltaika s akumulací vysoce ziskovým podnikáním. Jejím rozvoji se tedy nemusí věnovat stát, ale mohou jej zajistit i malí podnikatelé a běžní občané. To bude pravděpodobně účelnější a efektivnější než velký projekt řízený státem.*



#### **Poznámky:**

- *Roční produkce z fotovoltaiky překoná očekávanou produkci jádra již 13 let po startu projektu.*
- *V předpokládané době spuštění jaderného bloku může být produkce fotovoltaiky cca 3,5x vyšší než produkce onoho bloku.*
- *Po 25 letech takového rozvoje fotovoltaiky by její kapacita byla vyšší, než je dnešní spotřeba celé ČR a akumulace by pokryla skoro 100 hodin této spotřeby.*
- *Plocha panelů pro pokrytí celé spotřeby by byla cca 40 tis. ha, tedy cca 18% plochy, na které dnes pěstujeme řepku pro výrobu methylesteru. Většina této plochy by však byly střechy a fasády budov, ploty atd., jen menší část by stínila pole, louky a pastviny a tak zvyšovala jejich produkci.*
- *Kdybychom vkládali do rozvoje fotovoltaiky 35 mld. ročně, tedy tolik jako je předpokládaná roční ztráta jaderného bloku, tak by fotovoltaika překonala předpokládanou produkci jádra již po 3 letech.*

Zde však musíme zdůraznit, že založit celou energetiku na jediné technologii není rozumné. Vždyť z teorie systémů víme, že systém je tím dlouhodobě stabilnější, čím je různorodější. Kombinovat fotovoltaiku s dalšími zdroji má smysl i proto, že takto můžeme vyrovnávat rozdíly mezi letními přebytky a zimním poklesem výroby. V našich podmínkách by asi nejvhodnější energetický mix kombinoval fotovoltaiku a vítr s využitím biomasy a organického odpadu (pyrolýza a bioplyn) v malých decentralizovaných kogeneračních jednotkách. Tyto zdroje je výhodné kombinovat s efektivním importem a exportem. Vždyť například silný vítr nad Severním mořem výrazně snižuje cenu energie u nás po mnoho dní v roce. To je však téma na jinou studii (viz např. Energetika 2.0).

# MEZE RŮSTU

---

Předchozí úvahy vycházejí z vlastností současných technologií a jejich bezpečně predikovatelného zdokonalování v dohledné době. Jejich efektivní využívání je však dnes komplikováno mnoha nesmyslnými byrokratickými bariérami, které silně deformují jejich vývoj, vzájemné vztahy a v konečném důsledku i celou ekonomiku.

Navrhované změny předpokládají odstranění těchto bariér, které nové technologie postaví do rovných vztahů s ostatními. Teprve potom mohou vzniknout přirozené vztahy a efektivní rovnováha mezi všemi technologiemi. Rychlost ustavování této nové rovnováhy však bude jen pozvolná. Vždyť investice do energetiky jsou vždy dlouhodobé a změny se tedy projevují jen zvolna.

Proto se budoucí rovnováha odhaduje obtížně. Do budoucího vývoje totiž asi budou i v budoucnu zasahovat politici nadbíhající náladám laické veřejnosti. Tyto nálady budou silně ovlivňovat lobbisté ohrožených oborů. Proto se jen těžko odhaduje průběh ustavování nové rovnováhy. Zkusme se tedy alespoň zamyslet nad nejčastějšími výhradami lobbistů proti moderním technologiím:

## JE TO EKOLOGICKÉ, TEDY DRAHÉ A NEPRAKTICKÉ

---

Dnes ve veřejném prostoru a v názorech politiků převažuje názor, že nové technologie zavádíme na rozkaz zlého Bruselu a nátlak ekoteroristů. Jako hlavní důvod jejich zavádění totiž zdůrazňujeme snižování ekologické zátěže a vůbec nezmiňujeme jejich ekonomické, praktické, geopolitické a další výhody.

U nás poškodila názor veřejnosti na výhodnost nových technologií hloupost nekompetentních politiků. Ti v povrchní snaze „udělat něco pro ekologii“ přijali zákon 180/2005 Sb., který stanovil a na 20 let fixoval vysoké výkupní ceny energie z fotovoltaiky. Investiční náklady na vybudování fotovoltaického zdroje byly tehdy tak vysoké, že ani vysoká dotovaná výkupní cena nezajistila návratnost investice. Politici tedy předpokládali, že půjde jen o drobnou úlitbu tlaku zelených. Netušili, že investiční náklady klesají tak prudce, že se z fotovoltaiky rychle stane lukrativní podnikání, kterého se chopí „solární baroni“. Takových nesmyslných zásahů do přirozeného vývoje bylo mnoho. To ve velké části veřejnosti vytvořilo pocit, že co je ekologické, to musí být nepraktické a drahé.

Mnohem rozumnější by bylo, kdyby o podobných zákonech rozhodovali odborníci. Těm byl již tenkrát vývoj technologií jasný. Vždyť výroba fotovoltaických panelů je obdobou výroby polovodičů, kde již roku 1965 formulovat G. Moore empirické pravidlo o exponenciálním růstu výkonu obvodů při zachování ceny (tzv. Moorův zákon). Z průběhu tohoto vývoje tedy mohli odhadnout vývoj cen fotovoltaických panelů a tak předejít politickému nesmyslu z roku 2005. Ze zkušenosti se zaváděním nových technologií v jiných oborech také již dávno vědí, že je vždy efektivnější odstraňovat formální bariéry a relikty minulých omylů, než se snažit masivními dotacemi přizpůsobovat přirozený vývoj technologií módě či politické poptávce.

Problém tedy není v technologiích, ale v setrvačnosti myšlení společnosti, která nedokáže nové technologie harmonicky začlenit do svého života. Tento rozpor ještě stupňují lobisté překonaných oborů, kteří manipulují laickou veřejnost nesmyslnými argumenty a deformují přirozený vývoj.

*Chytré technologie už máme. Ted' ještě potřebujeme chytré politiky.*

## PLOCHA ZABRANÁ FOTOVOLTAIKOU

---

Solární baroni stavěli své fotovoltaické megaelektrárny obvykle na úrodných polích. To přirozeně veřejnost kritizovala jako neekologické a ne hospodárné. Jistě to byla hloupost. Vždyť stačilo konstrukci trochu modifikovat a mohly se pod panely pěstovat stínomilné plodiny (agrovoltaika).

Realita je však ještě absurdnější. U nás se pěstuje řepka jako zdroj methylesteru přidávaného do nafty na cca 230 tis. hektarech. Energetická účinnost tohoto postupu je 0,01%. To znamená, že 5 m<sup>2</sup> fotovoltaického panelu s účinností 20%, nahradí 1 hektar řepky. Pro pokrytí celé současné spotřeby elektrické energie by stačilo cca 40 tis. hektarů fotovoltaických panelů. Ty by měly pokrývat zejména

střechy a fasády budov, parkoviště, ploty atd. To by neměl být problém, protože v ČR je více než 132 tis. hektarů zastavěné plochy. Zbytek může být agrivoltaika a další zdroje racionálního energetického mixu (voda, vítr, biomasa, odpad atd.).

Kdyby celá osobní silniční doprava přešla na elektromobilitu, tak při její dnešní intenzitě bude třeba vyrobit dalších cca 7,5 TWh ročně, což představuje zhruba 10% dnešní výroby, tedy dalších cca 4 tis. hektarů fotovoltaiky. Přechod nákladní silniční dopravy na elektromobilitu si vyžádá dalších zhruba 4 tis. hektarů.

Protože přechodem na elektromobilitu ztratí produkce methylesteru smysl, tak nám místo oněch 230 tis. hektarů řepky, které nahrazují malou část energie pro spalovací motory bude stačit 8 tis. hektarů, které poskytnou všechnu energii pro silniční dopravu. Přitom cena využitelné energie z nafty či benzínu je bez daně více než 6x vyšší než cena potřebné elektrické energie, tak přechod na elektromobilitu bude i ekonomicky velmi výhodný.

*Racionální energetický mix nám ušetří více než 200 tis. hektarů, tedy zhruba 5% zemědělské půdy.*

## MATERIÁLY

Odpůrci změny často namítají, že moderní technologie potřebují mnoho vzácných materiálů, které nejsou v potřebném množství dostupné. Nejčastěji argumentují tím, že v bateriích se používají vzácné kovy, jejichž zásoby nemohou pokrýt očekávanou potřebu ani elektromobilů, ani akumulace fotovoltaiky.

*Obsah vybraných prvků v zemské kůře (%)*

|              |           |
|--------------|-----------|
| Lithium (Li) | $10^{-3}$ |
| Kobalt (Co)  | $10^{-3}$ |
| <hr/>        |           |
| Olovo (Pb)   | $10^{-3}$ |
| Cín (Sn)     | $10^{-3}$ |
| Rtut' (Hg)   | $10^{-3}$ |
| Stříbro (Ag) | $10^{-5}$ |
| Zlato (Au)   | $10^{-7}$ |
| Platina (Pt) | $10^{-7}$ |
| Rhodium (Rh) | $10^{-7}$ |

...

Je zřejmé, že „vzácnost“ kovů používaných v moderních bateriích je víceméně náš pocit z jejich „nezvyklosti“. Vždyť několik gramů zlata v prstýnku krásné blondýny v sobě váže stejný podíl zlata ze zemské kůry, jako několik desítek kilogramů lithia pro desítku elektromobilů. Podobně několik desetin gramu platiny a rhodia v jediném katalyzátoru auta se spalovacím motorem obsahuje stejný podíl prvků zemské kůry jako lithium v baterii elektromobilu. Rozdíl je však v tom, že baterie vydrží 5 až 20x víc než katalyzátor a je dobře recyklovatelná. I olova je v zemské kůře zhruba stejně jako lithia či kobaltu. Deset kilogramů olova ve startovací baterii je tedy srovnatelných s deseti kilogramy lithia v baterce elektromobilu. Rozdíl je však v tom, že olověná baterie má 200x menší kapacitu a vydrží cca 300 cyklů, proti 2 až 5 tis. cyklům lithiové. Z energetického pohledu je tedy lithiová baterie zhruba 2000x výhodnější než olověná a její provoz je cca 20x levnější.

Zdánlivá vzácnost je dána tím, že v minulosti byly tyto prvky využívány řídce. Proto byly na okraji zájmu jak těžařů, tak zpracovatelů a obchodníků, výrobní kapacity byly jen malé. Prudký nárůst jejich spotřeby pro baterie přenosné elektroniky a elektromobilů vyvolal jejich přechodný nedostatek, protože rozvoj spotřeby byl rychlejší než rozvoj těžby. Tato nerovnováha se však již začíná vyrovnávat, jak indikují například stagnující ceny lithiumpokysličnanu. Dnes je například cena karbonátu potřebného pro výrobu 85 kWh baterie Tesly cca 500 USD, tedy trochu víc než 1% koncové ceny vozu. To jistě nebude příliš limitovat rozvoj elektromobility. Odhaduje se, že známé světové zásoby lithia stačí pro 10 mld. osobních vozů. Podíl lithia v bateriích však postupně klesá a recyklace je poměrně účinná.

Většina průmyslově využitelných zásob lithia se nalézá v Chile (9 Mt), Bolívii (9 Mt), USA (6,7 Mt), Argentíně (6,5 Mt), Číně (5,1 Mt) a Austrálii (1,7 Mt). Roční světová produkce kovového lithia v roce 2015 dosáhla úrovně 37 kt. Zásoby lithia v ČR se odhadují na 1 až 3% světových zásob. Vyčerpání zásob v příštích desetiletích, jak vyhrožují odpůrci nových technologií, opravdu nehrozí. Z lithiového boomu může dokonce profitovat i ČR.

Další námitkou odpůrců moderních baterií je jejich údajná jedovatost. Odpůrci zřejmě v osmé třídě chodili za školu, protože si myslí, že lithium, uhlík, železo, měď a hliník jsou prudce jedovaté, zatím co jim desítky kilogramů olova ve startovací baterii nevadí. Celá tato diskuse však nemá příliš smysl, protože běžný uživatel po celou dobu životnosti svou baterii ani neuvidí. Je pevně uzavřena v bateriových boxech ve sklepech jeho domu, nebo v podlaze jeho elektromobilu. Po skončení životnosti bude recyklována jako vzácná surovina.

*Surovin je dost, ale znalé veřejnosti je málo.*

## ZNALOSTI A INFORMACE

---

K dosažení potřebných změn je třeba posílit propagaci a edukaci souvisejících témat. Potřeba posílit vzdělávání vedoucího k pochopení nových technologií vynikne, když si uvědomíme jak zrychlující se vývoj technologií mění náš svět. Vždyť například cesta od parního stroje k elektřině trvala zhruba 150 let a změnila náš svět méně, než jej za posledních 30 let změnila počítače a internet. Vývoj se dále zrychluje a dopadá čím dál silněji na stále více oborů, čím dál více mění náš život.

Koncept dnešního vzdělávání však na tyto nové potřeby reaguje jen velmi povrchně. Proto velká část společnosti v podstatě nerozumí světu, který ji obklopuje a vnímá jej jen prostřednictvím jednoduchých hesel a symbolů. Proto je dnešní společnost tak náchylná uvěřit bludům, konspiračním teoriím atd. Je tedy třeba posílit a modernizovat vzdělávání, což nejen usnadní zavádění nových technologií, ale snad i vyloučí bludy, oslabí populisty a sjednotí společnost.

Dalším problémem je dostupnost konkrétních praktických a důvěryhodných informací jak pro zájemce o nové technologie, tak pro novináře a politiky. Potřebujeme důvěryhodnou „Neutrální autoritu“, která by potřebné informace shromažďovala, posuzovala, komentovala a publikovala. Potřebujeme tedy něco podobného, jako již dávno funguje ve světě IT (W3C, OSI atd.). Jen tak vyloučíme rizika špatných postupů a investic a potlačíme bludy ve veřejném prostoru.

# ZÁVĚREM

---

Dnes je zřejmé, že nové technologie dozrály natolik, že překonávají jádro, uhlí, naftu atd. Proto je podivné, že nové technologie spojujeme pouze s emisemi CO<sub>2</sub> ale nezmiňujeme jejich ekonomickou a praktickou výhodnost. Ještě podivnější je, že detailně řešíme zdroje energie, ale zcela přehlížíme nové technologie pro optimalizaci spotřeby a vyrovnavání sítě (Smart Grids). Přitom právě v nich leží obrovský, prozatím nevyužitý potenciál, který umožní zásadní zvýšení efektivity zdrojů i sítě.

Problém zřejmě spočívá v tom, že důsledné využití nových technologií sice zlevní energii, zvýší bezpečnost sítě atd., ale nutně vede k naprosté decentralizaci celé energetiky. Tato decentralizace však zbaví několik mocných firem jejich monopolního postavení a donutí je opustit překonané technologie. Ohrožené firmy se změnám brání a snaží se je co nejvíce zpomalit a zkomplikovat. Důsledkem je záplava manipulací a bludů ve veřejném prostoru, které šíří lobbisté ohrožených oborů. Těm podléhá část laické veřejnosti, která o této problematice nic neví a proto snadno uvěří oněm bludům. Tatáž část veřejnosti však nic neví ani o politice, a tedy ráda dá své hlasy populistickým politikům, kteří proti těm divným novotám bojují.

Důsledkem těchto manipulací jsou záplavy byrokratických nařízení a předpisů, které mají změně zabránit. Proto náš život zdražují nejen nedohlednými lány řepky pro Agrofert, ale zejména záměrem stavět další jaderné bloky. Je velmi podivné, že naši drazí politici, se všemi svými odbornými komisemi, nás vedou touto podivnou neefektivní cestou, když všechna snadno vyhledatelná data, doporučují mnohem efektivnější řešení. Opravdu jednají ve prospěch celé naší společnosti, nebo mají jiné záměry?

Pokud se nad perspektivami energetiky hlouběji zamyslíme, dojdeme k závěru, že odstraníme-li umělé byrokratické bariéry přirozeného vývoje, půjde vše samo, řízeno potřebami společnosti a vzájemnou konkurencí technologií. Předpokladem takového harmonického vývoje však je, aby větší část společnosti pochopila výhodnost nutných změn.

Odborníci o všech těchto problémech dávno vědí a desítky let se je snaží řešit. V posledních letech však již ztráceli naději, že se jim podaří překonat hloupost a apatii společnosti. Novou naději však překvapivě přinesla koronavirová pandemie. Najednou se ukázal obrovský potenciál dnešní společnosti, která během několika měsíců dokázala přejít na nové technologie, pracovat i studovat na dálku, vytvářet kulturu ve virtuálním prostoru atd. To bylo ještě před několika měsíci nepředstavitelné. Doufejme, že nám toto prozření vydrží.

(CC) BY-NC-SA

verze 0.4

Petr Vermouzek 2021

[pavouk33@gmail.com](mailto:pavouk33@gmail.com)



# ZDROJE

---

Většina použitých informací je všeobecně známá a snadno dohledatelná. Proto připojujeme jen jednoduchou nápovědu pro první orientaci.

1. Energetická mapa, [www.electricitymap.org](http://www.electricitymap.org)
2. Zvláštní zpráva IPCC...  
[https://cs.wikipedia.org/wiki/Zvláštní\\_zpráva\\_IPCC\\_o\\_změně\\_klimatu,\\_krajiny\\_a\\_půdě](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zvláštní_zpráva_IPCC_o_změně_klimatu,_krajiny_a_půdě)
3. Státní energetická politika <https://www.mpo.cz/cz/energetika/statni-energeticka-politika/>
4. Národní akční plán čisté mobility, MPO 2020, <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/automobilovy-prumysl/aktualizace-narodniho-akcniho-planu-ciste-mobility-254445/>
5. Green deal, [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_cs](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs)
6. Dokumenty a data ČEPS, [www.ceps.cz](http://www.ceps.cz)
7. Dokumenty a data IPCC, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
8. Dokumenty a data DIW Berlin, [www.diw.de](http://www.diw.de)
9. Dokumenty a data ČÚZK, [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz)
10. Dokumenty a data Centrum pro otázky životního prostředí UK,  
<https://www.czp.cuni.cz/czp/index.php/cz/>
11. Dokumenty a data [www.temelin.cz](http://www.temelin.cz)
12. Dokumenty a data [www.chytraenergie.info](http://www.chytraenergie.info)
13. Dokumenty a data <https://www.teslamagazin.sk/>
14. Dokumenty a data TZB-info, [www.tzb-info.cz/](http://www.tzb-info.cz/)
15. Glopolis, Jak může česká síť zvládnout útlum uhelných elektráren, 2018
16. Open Charge Alliance, [www.openchargealliance.org](http://www.openchargealliance.org)
17. Energomonitor, [www.energomonitor.com](http://www.energomonitor.com)
18. Michal Šnobl, Projev na Investičním fóru 2020
19. Milan Smrž, Energie v přírodě a v nás, Eurosolar.cz 2018
20. Prof. Milan Zelený, Metamorfóza společnosti 2016, [www.milanzeleny.com](http://www.milanzeleny.com)
21. Michal Košťál, Analýza vývoje cen elektrické energie v České republice, ČVUT 2018
22. N. N. Moisejev, Číslo a myšlení, Mladá fronta 1983
23. Nadační fond proti korupci, Biopaliva v Česku a střet zájmů ..., 2015
24. Karel Polanecký a kol., Chytrá energie, Hnutí Duha 2010
25. Petr Vermouzek, Jak elektromobilita mění Svět, 2014
26. Petr Vermouzek, Wallbox, 2017
27. Petr Vermouzek, Taxibus, 2017
28. Petr Vermouzek, Energetika 2.0, 2020
29. Petr Vermouzek, Chytrý wallbox, EVStart 2019
30. Petr Vermouzek, Technologie a „Velká transformace“, 2018
31. Petr Vermouzek, Webová propagace, Region Renesance 2011
32. Petr Vermouzek, Myšlenkové mapy <https://www.xmind.net/share/pavouk33/>