



# ENERGETIKA 2.0

Jak mohou nové technologie změnit Svět

(CC) BY-NC-SA  
Petr Vermouzek 2020  
pavouk33@gmail.com

---

# OBSAH

---

Shrnutí pro netrpělivé.....	5
Dávná vzpomínka místo předmluvy.....	7
Vývoj technologií.....	7
První pochybnosti.....	8
Technologie a společnost.....	9
Technologie a vzdělanost.....	10
Zamyšlení nad mapou.....	11
Vývoj spotřeby.....	12
Energetika 2.0.....	14
Proč něco měnit?.....	15
Technologie.....	18
Historie.....	18
Současnost.....	19
Chytrá síť.....	21
Akumulace.....	22
Fotovoltaika.....	25
Kalkulace ceny fotovoltaiky.....	27
Vliv elektromobility.....	29
Biomasa.....	31
Řepka.....	32
Agrivoltaika.....	36
Komunální a průmyslový odpad.....	37
Voda.....	37
Vítr.....	38
Plyn.....	39
Jaderná energie.....	40
Uhlí.....	43
Ropa.....	44
... atd.....	45
Elektromobilita startuje změnu.....	46
Nabíjecí infrastruktura.....	47
Wallboxy.....	47
Přímé připojení Wallboxu k síti.....	48
Obousměrný provoz.....	48
Spolupráce s DC nabíječkami.....	49
Zřízení chytrého wallboxu.....	49
Provoz chytrého wallboxu.....	50
Vyrovnávání sítě.....	50
Rychlonabíječky.....	53
Rychlonabíječky a energetická síť.....	54
Topologie a řízení sítě.....	55
Synergie.....	57
Elektromobilita a fotovoltaika.....	57
Energetika a zemědělství.....	58
Výroba a spotřeba.....	58
Globalizace nebo lokalizace?.....	59
Distribuce a obchod.....	61
Podivné obchody.....	61
Dnešní realita.....	61
Poctivá alternativa.....	61
Kolik stojí dráty?.....	62

Import a export.....	63
HDP, nebo opravdové bohatství?.....	63
Transparentnost, otevřenost a bezpečnost.....	64
Osvěta, propagace a edukace.....	65
Jak začít?.....	65
Jak dál?.....	66
Bude to bolet.....	66
Neztrácejme naději.....	67
Závěrem.....	68
Černá labuť.....	68
<b>Přílohy</b>	
Cesta změny.....	70
Základní problém.....	70
Potřebné postupy.....	71
Harmonizace oborů.....	71
Zdola vzhůru.....	71
Propagace a edukace.....	71
První krok.....	72
Legislativa pro energetiku.....	73
Omluva úvodem.....	73
Současný stav.....	73
Nové výzvy.....	73
Výroba.....	73
Akumulace.....	74
Elektromobilita.....	74
Řízení sítě.....	75
Vize.....	76
Rozpory.....	77
První krok.....	78
Závěrem.....	79
Chytrý wallbox pro chytrou elektromobilitu.....	80
Velký problém.....	80
Jak by to mělo fungovat.....	81
Chytrá a svobodná síť.....	81
Chytrý wallbox jako základ chytré sítě.....	82
Zdroje.....	84

---

# SHRNUTÍ PRO NETRPĚLIVÉ

---

Politici nám již léta říkají, že již brzy bude elektrické energie málo, že musíme budovat další zdroje a zdražovat. Přitom všude kolem sebe vidíme, že nové technologie snižují spotřebu a umožňují vyrábět energii efektivněji než z uhlí, nebo jádra. Zamysleme-li se nad tímto rozparem, 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.
- Nejnákladnější je distribuce  
Velkoobchodní cena energie kolísá kolem 1 Kč/kWh, ale odběratel platí až 5 Kč/kWh. Drahé nejsou dráty, ale drazí jsou obchodníci.
- Přehlížené rezervy  
Politici a uhlobaroni 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 fotovoltaikou, 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 nízkostupové 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 vyrovnávat 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 může 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 nejružnějších 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, se octneme 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 dozrají 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. Vlaku 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 octneme 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 techno-optimistické. Pojdme je tedy probrat podrobněji a v souvislostech.

# DÁVNÁ VZPOMÍNKA MÍSTO PŘEDMLUVY

Jako zvědavý školáček jsem kdysi dostal filosofický slovník z roku 1955. Bylo to divné čtení v podivné době. Mimo jiné se zde tvrdilo, že kybernetika a genetika jsou buržoazní pavědy, kterým se „pokrokový“ občan musí zdaleka vyhnout. Přirozený vývoj těchto oborů se však neřídil marxistickou ideologií a tak se z kybernetiky a genetiky staly obory, které mění náš svět.

Podobné postoje prosazovali o padesát let dříve povozníci k automobilům či výrobci parních strojů k elektromotoru. O 20 let později zase IBM, tehdy největší firma světa, přehlížela nástup osobních počítačů. Ideologických, úřednických či komerčních omylů a zásahů do přirozeného vývoje technologií bylo mnoho a provázejí lidstvo snad od první průmyslové revoluce. Obvykle poněkud zdrží či zkomplikují a prodraží zavádění nových technologií, ale jejich nástupu nezabrání.

## VÝVOJ TECHNOLOGIÍ

Laická veřejnost, v reklamním povyku propagujícím nové dámské vložky a ještě dokonalejší prací prášky, si nějak nemá čas uvědomit skutečný pokrok a zamyslet se nad jeho dopady.

Dobrym příkladem tohoto pokroku je „obyčejná“ paměťová kartička microSD. Všichni ji známe z chytrých telefonů a digitálních fotografických přístrojů: tenká plastová destička velikosti drobné poštovní známky, v ceně několika stokerun. Dnes má kapacitu až 1 TB (tedy tisíc miliard znaků), spotřebu ve zlomcích wattu a přenosovou rychlost stovky milionů jedniček a nul za vteřinu. Vejde se na ni několik stovek filmů nebo tisíce hudebních CD, fotografií v nejvyšší kvalitě či miliony tlustých knih. Přitom víme, že vlivem technologického pokroku se dle Moorova zákona kapacita karet každé zhruba tři roky zvětšuje na čtyřnásobek.



Karta Micro SD

*Mooreův zákon je empirické pravidlo, které roku 1965 vyslovil chemik a spoluzakladatel firmy Intel Gordon Moore. Původní znění bylo: „Počet tranzistorů, které mohou být umístěny na integrovaný obvod se při zachování stejné ceny zhruba každých 18 měsíců zdvojnásobí.“*

Kdyby mělo něco takového vzniknout v době mých profesionálních začátků (konec let šedesátých), použily by se diskrétní součástky a vrchol tehdejší technologie: křemíkové transistory na jednovrstvých plošných spojích. Výsledkem by byla serverovna o rozměrech více než 44x44 kilometrů, obsahující miliardu stojanů elektroniky s několika biliony tranzistorů (mnohonásobek tehdejší roční celosvětové výroby). Přenos filmu by netrval vteřiny jako u dnešní kartičky, ale desítky hodin. K napájení tohoto monstra by

bylo třeba výkonu více než 300 GW, tedy 300 bloků temelínské elektrárny (dnes má dva) a ke chlazení zhruba stejný výkon. Při spolehlivosti tehdejších prvků by docházelo k tisícům poruch za vteřinu. Udržet takovou serverovnu v chodu by tedy nedokázal ani nejlepší servisní tým. A hlavně: realizovat něco takového by spotřebovalo celý HDP tehdejšího Československa na několik desetiletí. Dnes si na SD kartu vyděláme za několik hodin průměrné mzdy.

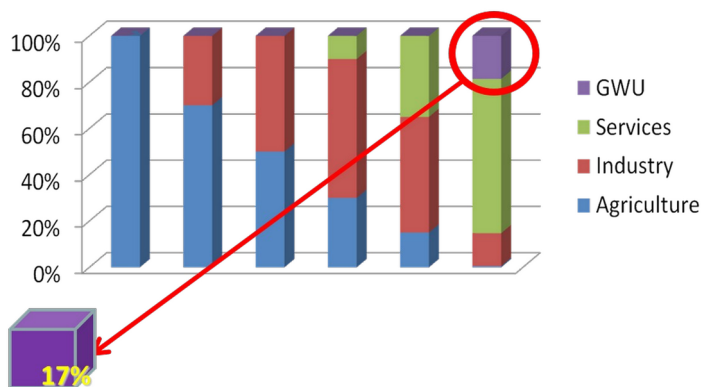


Serverovna 44x44 km



Podobný kontrast poskytuje i vývoj rychlosti počítačů. První komerčně dostupný počítač (Univac I, rok 1951) dosahoval tehdy oslnivé rychlosti 2 000 instrukcí za sekundu, první rozšířený osmibitový mikroprocesor (I 8080, rok 1974) již 290 tisíc a dnešní grafické stanice mají výkon stovky miliard instrukcí za vteřinu. Dokonce i chytrý telefon v naší kapse disponuje o několik řádů vyšším výkonem, než mělo lidstvo k dispozici koncem 60. let minulého století pro projekt Apollo dobývající Měsíc.

Srovnám-li rychlost mikroprocesoru, se kterým jsem stavěl své první počítače (Z80, rok 1976, 580 tis. instrukcí/s) s rychlostí spěchajícího slimáka (1 cm/s), tak by dnešní chytrý mobil letěl jako stíhačka několiknásobkem rychlosti zvuku. Kdyby tím slimákem byl dávný Univac, tak by počítač, u kterého právě sedím musel letět mnohonásobkem rychlosti světla.



Vliv technologií na zaměstnanost v USA mezi roky 1800 až 2005  
Prof. Milan Zelený

Vývoj technologií však zásadně změnil i řadu dalších oborů (energetika, doprava, genetika, chemie, medicína, zemědělství...) a zvýšil produktivitu práce natolik, že všechny materiální potřeby společnosti (zemědělství, těžba, průmysl) dokáže pokrýt 8 až 25% populace (závisí na vyspělosti země). Přitom se vztahy mezi obory neustále proplétají a prohlubují. Proto vývoj v jednom oboru (například zavádění elektromobility) může zcela změnit pohled na související obory (doprava, energetika, alternativní zdroje energie, ekologie).

## PRVNÍ POCHYBNOSTI

Sny, které jsme kdysi spřádali v garážích při vývoji elektronických krabiček se tedy z technologického pohledu více než naplnily. Zcela jinak, než jsme si tenkrát představovali se však nové technologie promítly do života společnosti. Nedošlo k prudkému rozvoji tvořivosti a vzdělání, pohodlnému sdílení znalostí a kultury, zefektivnění denního života atd. atd. Využití nových technologií zdaleka neodpovídá jejich možnostem a často jde proti zájmům celé společnosti.

### Věrojan

*Jan Skácel kdysi popsal příhodu, kdy se ráno, po náročném večeru, spletl a při holení použil zubní pastu místo krému na holení. Byl překvapen svěžím pocitem, který zubní pasta na tváři vyvolala a tak nazval svůj vynález „Věrojan“, protože tomu tak věru bylo, a on se jmenuje Jan. Brzo však zjistil, že spravedlnost světa je nesmlouvavá a již mnohokrát si vyčistil zuby krémem na holení.*

*Tato příhoda se mi vždy vybaví když vzpomínám na počátky osobních počítačů. Kdysi v polovině osmdesátých let jsem pracoval ve velké strojírenské firmě. Podařilo se mi sem dovézt několik počítačů s příslušenstvím pro podporu vývoje elektronických přístrojů. Kolem této investice rychle vznikl tvořivý tým odborníků. Byli jsme oslněni novými možnostmi natolik, že jsme v práci trávili desítky hodin přesčasů a naše práce se velmi zrychlila a zdokonalila. Dobrou náladu však zkalil úřední příkaz že máme podrobně vykazovat a zdůvodňovat čas využití počítačů, počet napsaných programových řádků, spotřebu papíru atd., atd. Bylo jasné, že pokud na takové postupy úředníků přistoupíme, budeme zavaleni dalšími a dalšími výkazy a na normální práci nezbude čas.*

*Proto jsem sedl k počítači a napsal dopis zhruba tohoto znění: Milý soudruhu úředníku, velice si vážím vaší snahy o kontrolu využití drahé investice a chtěl bych vaše úsilí co nejlépe vyplnit. Není mi však jasné jak mám posuzovat - a zde jsem postupně opsal všechny úřednickovy požadavky a za každý připojil řadu podrobných dotazů jak si jej mám vykládat. Z dvoustránkového dopisu psaného na psacím stroji takto vznikl asi desetistránkový elaborát, který jsem jediným úderem na klávesnici počítače vyjel z laserové tiskárny ve dvaceti výtiscích, které jsem odeslal jak*



*dotyčnému úředníkovi, tak všem jeho šéfům. Když do týdne nedošla odpověď, tak jsem znovu otevřel uložený soubor, text doplnil o další dotazy, vytiskl a rozeslal jako urgenci. Po třetí takové urgenci se sice formálně nic nestalo, ale všichni úředníci mě začali hlasitě zdravít a pouštět do dveří jako prvního. Já jsem se radoval z toho, jak jsem díky nové technice přeúřednikoval úředníka.*

*Protože je však spravedlnost světa nesmlouvavá, tak dnes má každý úředníček počítač a vrací mi mou dávnou zpupnost.*

Je zřejmé, že technologický vývoj zcela mění nejen byrokratické postupy, ale i podstatu celých oborů a celé ekonomiky. Technologie již ovlivňuje každodenní život každého z nás. Zdá se tedy, že stojíme před velkou transformací, která zcela změní náš svět. Musíme konstatovat, že se technologie s životem společnosti čím dál víc proplétají. Bohužel se nůžky mezi „věducími“ a běžnou populací stále rychleji rozevírají. Jedni nejsou schopni pochopit druhé a chaos neustále vzrůstá. Nejde však již jen o nezávaznou akademickou kavárenskou debatu, ale o praktickou ekonomiku, politiku, ekologii, svobodu, bezpečnost, soukromí ... Jde o každodenní život, možná i holé přežití.

Setrvačnost našeho myšlení a hloupost „Pepy Popíka“ totiž umožňuje úředníkům, politikům a velkým monopolům deformovat přirozený vývoj ve jménu boje za prosperitu, proti nezaměstnanosti, terorismu, digitálnímu „pirátství“, hazardu atd. To nejen omezuje naši svobodu, bez ohledu na prospěch celé společnosti, ale ohrožuje celé obory či regiony. Podivnosti autorského práva, chování mobilních operátorů, nesmyslné IT projekty státní správy atd. jsou jen nejznámějšími příklady těchto manipulací. Názorně ukazují, jak lze špatné technologické znalosti společnosti zneužít proti jejím zájmům.

## TECHNOLOGIE A SPOLEČNOST

Problém je v tom, že nové technologie vznikají proto, aby nám usnadnily a zpříjemnily život. Proto musí měnit zavedené postupy a zvyklosti. Pokud společnost pochopí podstatu a smysl potřebných změn, tak změny proběhnou hladce a efektivně. Pokud však podstatu a význam změn nepochopí, tak se jim bude bránit. Změnám se bránili i výrobci parních strojů, dokud je nové technologie neodsunuly na okraj dění.

Potíž je v tom, že pro pochopení potřebných změn musíme sledovat dohlednou budoucnost, ne překonanou minulost. Toho jsou schopni zasvěcení odborníci, ale rozhodně ne novináři, politici či úředníci. Proto je laická veřejnost tak často matena nesmyslnými výkřiky politiků či předpisy úředníků, proto je cesta za novými technologiemi často plná hloupých kliček a slepých cest. Přitom technologický vývoj na nikoho nečeká, jeho postup se prudce zrychluje a prudce stoupají i nároky na znalosti potřebné k jeho pochopení.

*Příklad:*

*V roce 1985 jsem si pořídil svůj první „profesionální“ osobní počítač (PC AT). Stál zhruba stonásobek tehdejšího průměrného měsíčního platu a jeho výkon sotva stačil na jednoduché technické výpočty, pro které jsem jej využíval. Veřejnost mě považovala ne za podivína, ale za naprostého blázna a šílence. Dnešní počítač podobné kategorie lze pořídít za zhruba polovinu průměrného měsíčního platu a je cca 10 000 krát výkonnější, má milionkrát větší disk atd. Nikdo se mu však nediví, stal se běžnou součástí našich kanceláří i domácností.*

Rozvoj osobních počítačů měl výhodu v tom, že otevíral nový trh a prakticky neohrožoval žádné zavedené ekonomické obry. Proto se mohl během jediné lidské generace vyvinout z drobného garážového podnikání v technologii, která změnila svět. Poněkud komplikovanější to měl o 10 let později internet. Například tehdy monopolní STP Telecom (dnes O2) se jeho rozvoji bránil, jeho linky byly pomalé, nespolehlivé a velmi drahé. Technologie však na nikoho nečeká. Proto vznikla hustá decentralizovaná síť využívající WiFi a kabelové TV, která rychle překonala Telecom jak v kvalitě, tak ceně. Telecomu ujel vlak a proto dnes tak těžko bojuje s efektivnější decentralizovanou konkurencí.

## TECHNOLOGIE A VZDĚLANOST

---

Je zřejmé, že znalosti potřebné k plnému využití počítače či internetu jsou mnohonásobkem znalostí potřebných k používání psacího stroje, mechanické kalkulačky či Bellova telefonu. Proto velká část veřejnosti jejich podstatu nechápe, využívá nové technologie jen velmi primitivně, bojí se změn, které technologie přinášejí a na hlubší poznání rezignovala.

*Příklad:*

*Když se v polovině 19. století narodil kluk na statku, tak musel pomáhat v hospodářství, tedy na poli, ve stodole, ve chlévě atd. Na statku se pořád něco stavělo a opravovalo. Tak pomáhal tu zedníkovi, kováři či tesaři, zaběhl do mlýna a vesnického obchodu, ke sklenáři, krejčímu či ševci. Když tyto zkušenosti doplnil triviálním vzděláním (číst, psát, počítat), tak v podstatě rozuměl světu, který jej obklopoval. Uměl vysvětlit jak se co udělalo a odhadnout kvalitu a cenu daného předmětu. Když dospěl, tak tedy mohl nejen racionálně rozhodovat o svém statku, ale mohl se uplatnit i v obecní radě či ve vídeňském parlamentu. Vždyť jeho svět byl v podstatě stejný, jako svět jeho otce a děda. Byl v podstatě stejný když se narodil, i když začátkem 20. století umíral.*

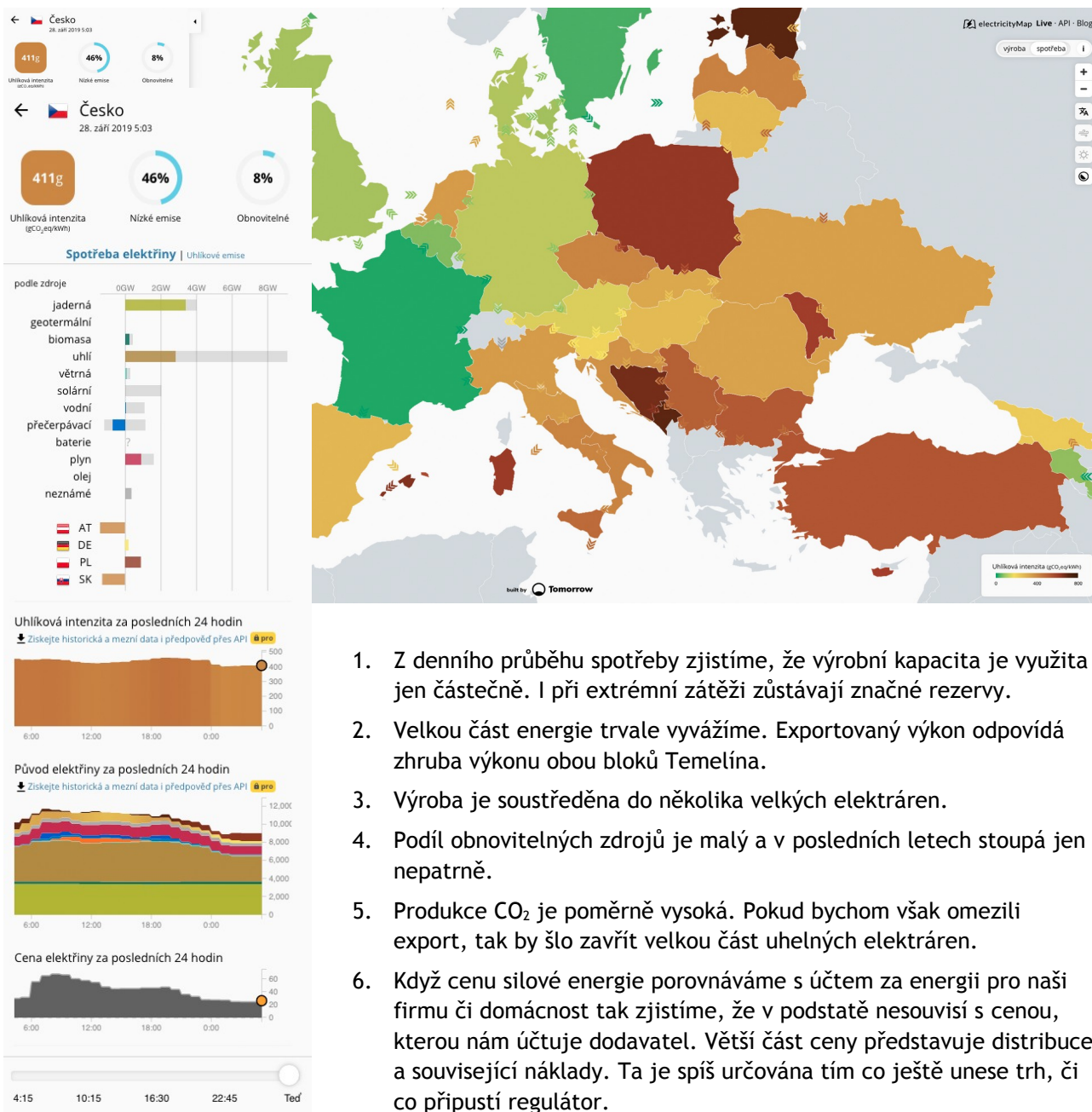
*Ve 20. století se však začal Svět prudce měnit. Společnost musí reagovat jak na nové politické vztahy, tak na prudký vývoj nových technologií. Svět se stává čím dál složitějším, v plném rozsahu mu nemůže rozumět ani největší vzdělanec. Vždyť ani špičkový odborník nemůže říct, že rozumí všem zákoutím svého oboru, o sousedních oborech má jen povrchní představu a vzdáleným oborům rozumí často méně, než by jim měl rozumět žák 8. třídy základní školy. Proto se dnes v mnoha věcech rozhodujeme jen podle povrchních pocitů, reklamy, značky či momentální nálady společnosti. Proto jsme tak snadno manipulovatelní a tak často bloudíme po slepých cestách.*

Tento rozpor ještě stupňují úřední předpisy a politické ideologie, které možná měly smysl v 19. století, ale zcela se mýlí se současnou realitou. Ze změn, které do společnosti vnesly osobní počítače a internet je patrné, že nové technologie mají na náš život zásadní vliv, že mění společnost rychleji než dokáže většina populace sledovat. To klade nové požadavky nejen na vzdělávání, ale i na celý život společnosti.

Zásadní technologické změny však dnes kvasí snad ve všech oborech. Finančníctví, státní správa, strojírenství, doprava, energetika, zemědělství i kultura stojí před „Velkou Transformací“, která zásadně změní společnost. Proto se nad zaváděním nových technologií musíme zamýšlet mnohem komplexněji než to dokáží politici či mainstreamová media. Musíme zkoumat a syntetizovat všechny vztahy mezi souvisejícími aktivitami a obory, předvídat možná rizika atd. Zkusme se zamyslet nad tím, jak taková transformace může vypadat na příkladě zavádění chytré energetiky.

# ZAMYŠLENÍ NAD MAPOU

Již od komunistických časů slyšíme tvrzení, že elektrické energie bude málo, že je třeba stavět další bloky jaderných elektráren, rozšířit těžbu hnědého uhlí 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:



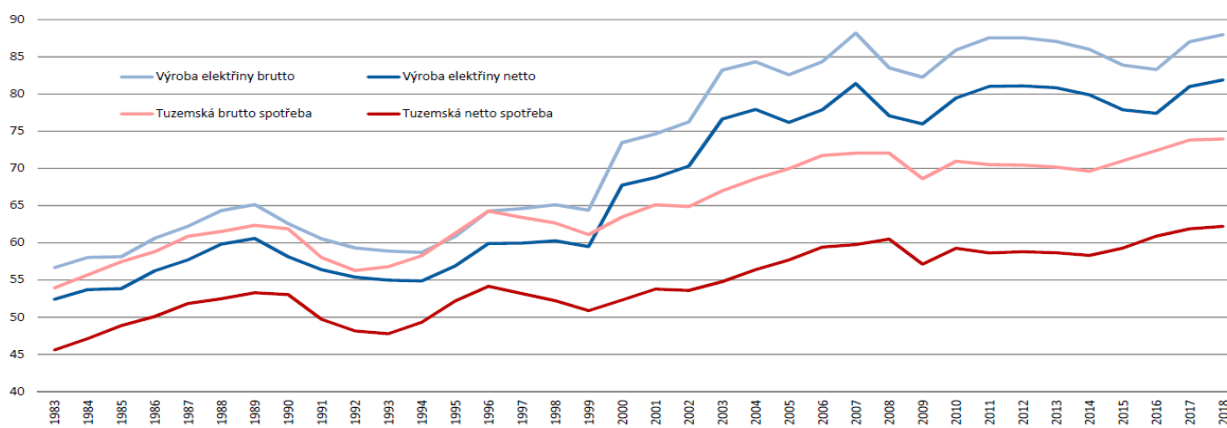
1. Z denního průběhu spotřeby zjistíme, že výrobní kapacita je využita jen částečně. I při extrémní zátěži zůstávají značné rezervy.
2. Velkou část energie trvale vyvážíme. Exportovaný výkon odpovídá zhruba výkonu obou bloků Temelína.
3. Výroba je soustředěna do několika velkých elektráren.
4. Podíl 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 porovnáme 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 spíš 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 spíš připomíná podvodné jednání „šmejdu“, než seriózní snahu o jejich účelné využití.
8. Když prostudujeme „Státní energetickou koncepci“, tak zjistíme, že sice deklaruje mnohé rozumné cíle, ale naše realita se s těmito cíli zcela míjí.
9. ...

## VÝVOJ SPOTŘEBY

Politici i „kapitáni průmyslu“ nás přesvědčují, že spotřeba energie hroživě 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.

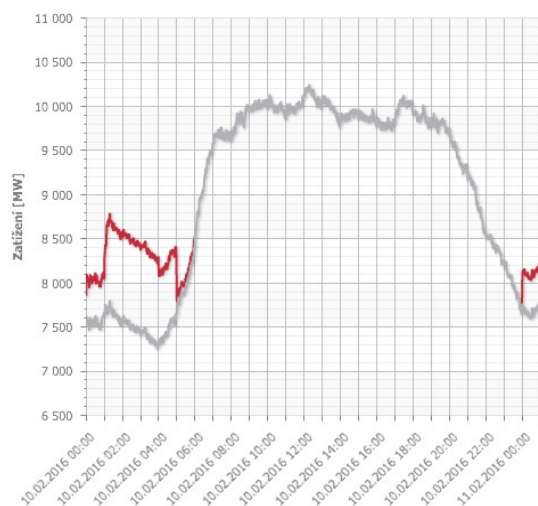


Dlouhodobý vývoj výroby a spotřeby elektřiny (TWh)



### Zatížení

Aktuální data: 10.02.2016 00:00 až 11.02.2016 00:59, agregace průměr / minuta



SOURCE: WWW.TRADINGECONOMICS.COM | CZECH STATISTICAL OFFICE

Za tuto dobu stoupla HDP o cca 14%, což znamená, že energetická účinnost naší ekonomiky mírně stoupá. To je jistě nadějně zjištění. Je však otázkou, zda by stoupání energetické účinnosti nemělo být rychlejší.

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.

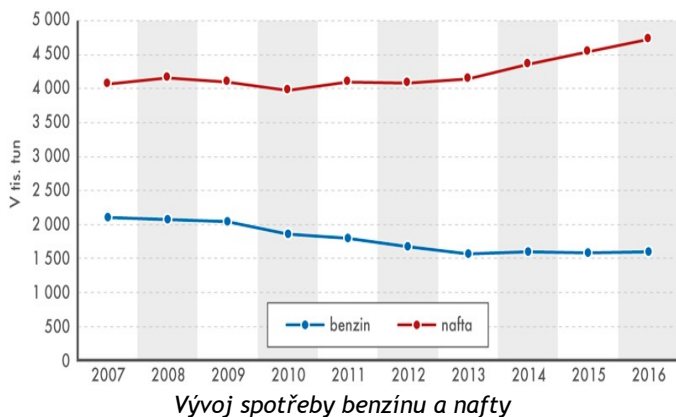
Ke krytí stoupající spotřeby na několik desítek let by tedy stačilo, kdybychom dokázali lépe vyrovnávat zatížení energetické sítě a využívat přebytky energie během nočních poklesů. Vyrovnání spotřeby by nejen

snadno pokrylo stoupající spotřebu, ale také zvýšilo účinnost celé energetické soustavy a tak snížilo naše náklady na energii i její environmentální dopad.

Když tuto technologickou podstatu srovnáme s vývojem ceny energie musíme dojít k závěru, že cenu určují více burzovní spekulace a politické manipulace, než skutečné náklady. Víme-li, že rezerva výkonu je dostatečná a celková spotřeba se mění jen nepatrně není obrovské kolísání ceny věcně opodstatněné. Vždyť například mezi roky 2016 a 2019 nedošlo k žádné podstatné technologické změně, ale přesto cena silové energie vzrostla na trojnásobek! Je tedy zjevné, že všichni občané i celá ekonomika doplácí na monopolní zájmy velkých distributorů.

Pokud chceme nahrazovat dosluhující zdroje fotovoltaikou a větrem, což je dnes ekonomicky nejvýhodnější řešení (viz dále), tak musíme počítat s tím, že tyto zdroje vnášejí do systému další kolísání, které není závislé na naší vůli, ale na počasí. To si vyžádá efektivnější a rychlejší řízení sítě, tedy nasazení nových chytrých digitálních technologií.

Dalším faktorem, který může ovlivňovat stabilitu sítě bude elektromobilita. Při plné náhradě všech osobních cca 5,5 mil. vozů v ČR za elektromobily a dnešní intenzitě provozu, stoupne denní spotřeba o 20 až 30 GWh. Protože je nejpohodlnější a nejvýhodnější nabíjet elektromobily přes noc, tak jejich nabíjení vyrovnává noční pokles spotřeby. Tím pomůže stabilizovat síť a zvýší její celkovou účinnost. Pro efektivní celonoční nabíjení však musíme vybudovat ve veřejném prostoru alespoň tolik veřejně sdílených chytrých wallboxů, kolik bude elektromobilů. Potom bude rychlonabíjení, které může do sítě vnášet výrazné kolísání, potřeba jen při dlouhých cestách, které přesahují dojezd elektromobilu. Zkušenosti elektromobilisté vědí, že pomalým nočním nabíjením čerpají 80 až 95% potřebné energie. Proto je nepochopitelné, že dnes veřejná podpora směřuje k rychlonabíječkám a budování wallboxů je komplikováno horou formálních komplikací.



Do energetické bilance státu musíme kromě jiného, započítat i spotřebu nafty a benzínu. Energie v nich uložená představuje cca 79 TWh/rok, je tedy srovnatelná s roční spotřebou elektřiny (74 TWh/rok).

Potíž však je v tom, že spalovací motor, který obvykle převádí energii uhlovodíkových paliv na užitečnou práci má účinnost pouhých 18 až 28%, což je proti účinnosti elektromotoru (85 až 95%) výrazně horší. Při dnešních koncových cenách si tedy koupíme 1 kWh v benzínu či naftě za cca 3,6 Kč (1,8 Kč bez daně), ale užitečnou práci

1 kWh z uhlovodíkových paliv získáme za cca 14,4 Kč (7,2 Kč bez daně). To je 3x až 5x víc než cena elektřiny. Proto postupný přechod na elektromobilitu povede k výraznému poklesu spotřeby uhlovodíkových paliv, mírnému nárůstu spotřeby elektřiny a významnému snížení nákladů za dopravu.

Nové technologie výroby a akumulace energie se ještě pořád prudce vyvíjejí. Jejich účinnost i životnost stoupá a cena klesá. Již dnes mohou konkurovat tradičním zdrojům i bez dotací a jejich dosažitelnost a ekonomická výhodnost se každým rokem zlepšuje. V ČR jsme však vývoj a výrobu těchto technologií, možná i pod vlivem hloupých „ekonomů“ a politiků vzdali. Jsme jen unášeni proudem inovací, ale nevyděláváme na nich. Proto zřejmě budeme závislí na dovozu potřebných komponent od těch, kteří byli předvídavější. Tento vlak jsme si nechali ujet.

Dnes je již zřejmé, že dalším krokem ve vývoji energetiky bude budování „chytrých sítí“ (Smart Grids). Ty budou schopny efektivněji využívat existujících zdrojů, vyrovnávat kolísání sítě, otevřou cestu k využití alternativních zdrojů (u nás zejména fotovoltaika a vítr) a povedou k decentralizaci sítě (viz dále). Potřebné změny lze zavádět postupně a poměrně levně. Budou však vyžadovat jasnou koncepci a výraznou změnu dnešních zvyklostí a předpisů. To již za nás nikdo neudělá, to musíme udělat sami. Tento vlak si nesmíme nechat ujet.



## ENERGETIKA 2.0

---

Abychom dokázali efektivně vyrovnávat spotřebu a nasazovat alternativní zdroje, musíme nejen najít zcela nový koncept řízení energetické sítě, ale současně jej harmonicky propojit s životem společnosti. Potřebná změna konceptu energetiky poněkud připomíná situaci webu na začátku milénia, která vedla k novému pohledu na možnosti internetu. Vznikl koncept Web 2.0, který nejen velmi rozšířil technologické možnosti internetu, ale změnil celou společnost.

### **Web 2.0**

*Web 2.0 je termín pro ustálené označení etapy vývoje webu, v níž byl pevný obsah webových stránek nahrazen prostorem pro sdílení a společnou tvorbu obsahu. Tento pojem se nevztahuje k žádným technickým specifikacím, ale ke změnám ve způsobu, jakým jsou webové stránky navrženy a používány.*

*Wikipedia*

Web je jednou z technologií využívajících síť internet. Ten vznikl z původně americké vojenské sítě Arpanet, která měla zajistit spolehlivou komunikaci i v případné jaderné válce. To, že každý uzel sítě byl propojen alespoň se třemi sousedními uzly a každý uzel data směřoval nejprůchodnější cestou zaručovalo, že výpadek kteréhokoliv uzlu či kterékoliv cesty jen změní směřování dat, ale neohrozí funkčnost celku. Proto je internet zcela decentralizovaný a založený jen na otevřených technologických standardech (protokol TCP/IP atd.).

Původní webové stránky však byly statické, takže v nejlepším případě připomínaly obrázkový magazín se vzájemnými odkazy na související obsah a návštěvník byl v roli pouhého pasivního čtenáře. Koncept webu 2.0 zcela změnil používané postupy a posunul význam internetu do centra pozornosti celé společnosti. Z dřívějšího pasivního čtenáře webových stránek se stal aktivní uživatel a (spolu)autor obsahu. Vznikly e-shopy a nová oblast maloobchodního prodeje, blogy a občanská žurnalistika, webové galerie rozšířily naše vnímání Světa, sociální sítě změnily nejen naši vzájemnou komunikaci, ale i politiku, kryptoměny mění pohled na banky a měnu atd. V mnoha oborech se internet stal rozhodující silou, jeho záběr se stále rozšiřuje (internet věcí atd.) a přitom díky naprosté decentralizaci zůstává „nezničitelný“.

Podobně by se mohla v dohledné budoucnosti změnit i energetika. Vždyť díky novým technologiím se z každého dnešního spotřebitele může stát plnohodnotný aktivní partner (spolupracovník) energetické sítě. Již dnes můžeme optimalizovat například náklady domácnosti za energii tím, že některé činnosti, které vyžadují více energie odložíme na dobu kdy je v síti přebytek energie a tedy i nižší sazba (ohřev vody, nabíjení elektromobilů, pečení, praní...). Měření dnes zajišťují dvousazbové elektroměry s hromadným dálkovým ovládním (HDO). Toto řízení sítě má však jen velmi omezené možnosti dané konceptem i technologií.

Dnes však již dozrávají technologie malých alternativních zdrojů energie a akumulace tak, že jsou schopny konkurovat konvenčním řešením. Abychom je mohli efektivně využít, tak musíme umožnit všem zájemcům připojit tyto technologie k síti tak, aby ji pomáhaly posilovat a vyrovnávat, a přitom přinášely majitelům spravedlivou odměnu. Zvolené řešení musí být důvěryhodné, transparentní, spolehlivé a dlouhodobě udržitelné. Půjde tedy o podobný úkol, jakým byl přechod z dávného Arpanetu k dnešnímu webu 2.0 či webu 3.0 blízké budoucnosti. Internet však měl svůj nástup jednoduší, protože vytvářel nový trh a nové zvyklosti. Trochu sice komplikoval život komunikačním společnostem, ale neohrožoval jejich existenci. Protože je zcela decentralizovaný a jako celek nikomu nepatří, tak jej nikdo nemůže technicky ovládat či řídit. Proto je velmi odolný vůči různým vnějším mocenským zásahům.

Tento koncept bude nutný i pro novou energetiku. Ta přinese levnou a čistou energii a vnese významné změny do mnoha souvisejících oborů, ale také omezí monopolní postavení velkých distributorů. Potřebná změna bude komplikovaná i tím, že musí harmonizovat zavedené vztahy a zvyklosti s možnostmi nových technologií. Proto se musí opírat o otevřené standardy a otevřená data. V tom se může inspirovat myšlenkami Open Source Software, Creative Commons atd. Potřebnou změnu však budou brzdit velcí výrobci a distributoři. Vždyť již dnes pozorujeme jejich odpor jak na politické scéně, tak v šíření nesmyslů a bludů ve veřejném prostoru.

---

# PROČ NĚCO MĚNIT?

---

Kdysi se říkalo, že „elektřina je krví průmyslu“. Dnes bychom měli říkat, že 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 kvalitě, ceně a bezpečnosti těchto technologií závisí jak kvalita našeho života a naše životní náklady, tak efektivita naší práce a dlouhodobá udržitelnost života na naší 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**  
Politici a výrobci nám již desetiletí tvrdí, že cena energie musí stoupat. Pokud pochopíme možnosti nových technologií, tak naopak dojdeme k poznání, že by měla klesat. Podivný je i 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 a zhoršuje konkurenceschopnost zbytku ekonomiky.
- **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.
- **Bezpečnost a dynamika sítě**  
Z podstaty věci vyplývá, že dnešní závislost na několika velkých zdrojích a centralizovaná distribuce nemůže zcela předejít rozsáhlým výpadkům. Tato rizika mohou zvýšit i nové technologie a obnovitelné zdroje energie, které mohou do sítě vnášet velké výkyvy a tak ohrozit její stabilitu. Decentralizace sítě a množství malých zdrojů s akumulací může tato rizika výrazně snížit a prakticky vyloučit rozsáhlé blackouty.
- **Dlouhodobá udržitelnost a geopolitická stabilita**  
Za poslední století jsme spotřebovali významnou část neobnovitelných zdrojů (nafta, plyn, uhlí atd.) které se na planetě tvořily po miliony roků. Pokud bychom takto pokračovali dále, tak zničíme budoucnost našim vnukům. Důležité je i to, že tyto zdroje, které lze považovat za dědictví celého lidstva, nejsou na planetě rozloženy rovnoměrně. To vede k válkám, udržuje u moci podivné režimy atd. Orientace na obnovitelné zdroje 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 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**

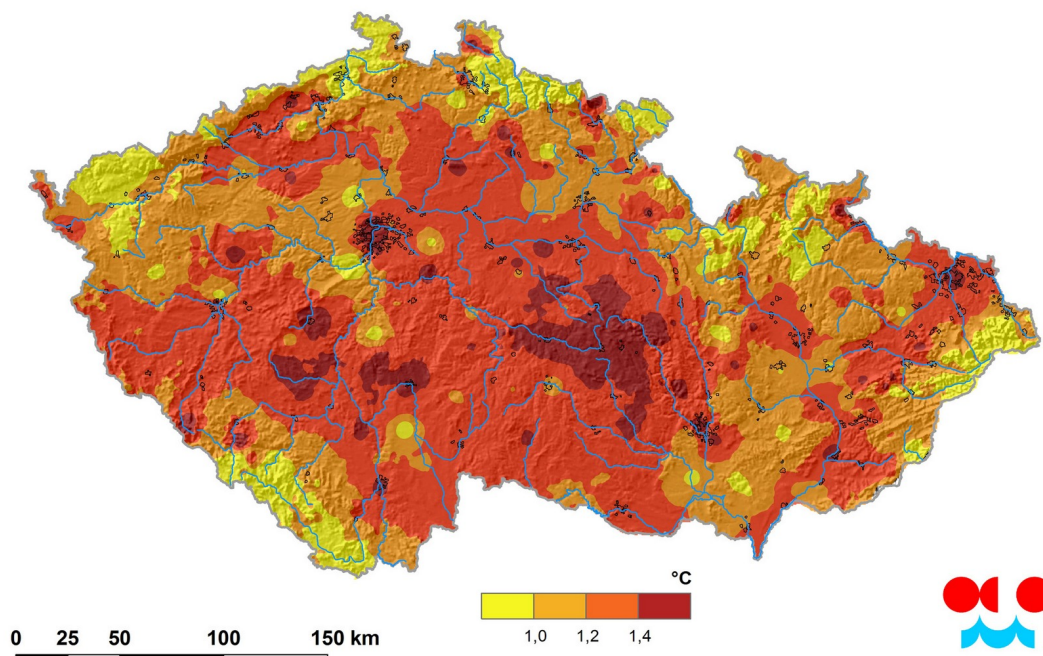
Je nesporné, že spalování fosilních paliv vede k znečišťování životního prostředí a posiluje klimatickou změnu. Zpráva vědců IPCC 2014 je velmi alarmující. Postupným přechodem na nové technologie můžeme tyto nežádoucí jevy zmírnit a posléze zcela zastavit.

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.

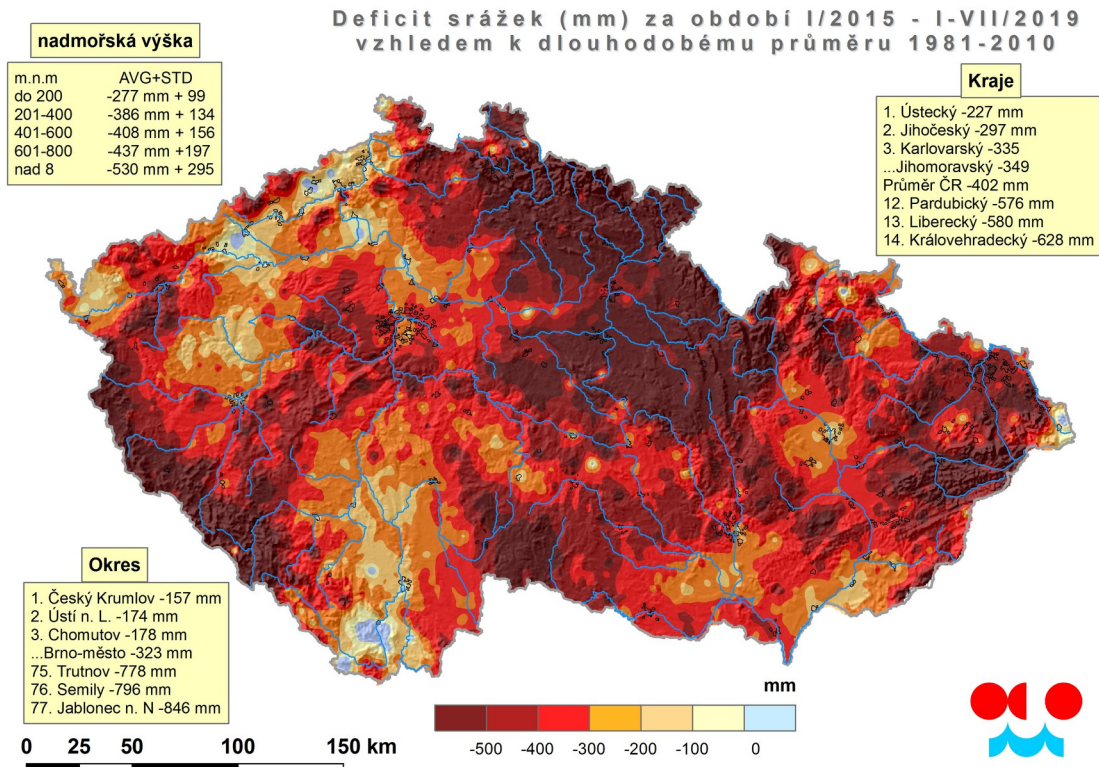
Například je pozoruhodné, že potřebné změny jsou spojovány zejména s ekologickými či klimatickými argumenty. Ty jsou totiž pro laickou veřejnost poněkud složité a abstraktní. Proto lobisté a jejich politici mohou šířit nesmysly a bludy, vyhrožovat hrozivými dopady na ekonomiku, zaměstnanost atd. Vytváří ve veřejnosti falešnou představu, že změny „po nás chce EU“, nebo že si je „vynutili ekoteroristé“. 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.

Odchylka teploty vzduchu (°C) za období 2015-2018  
vzhledem k dlouhodobému průměru 1981-2010

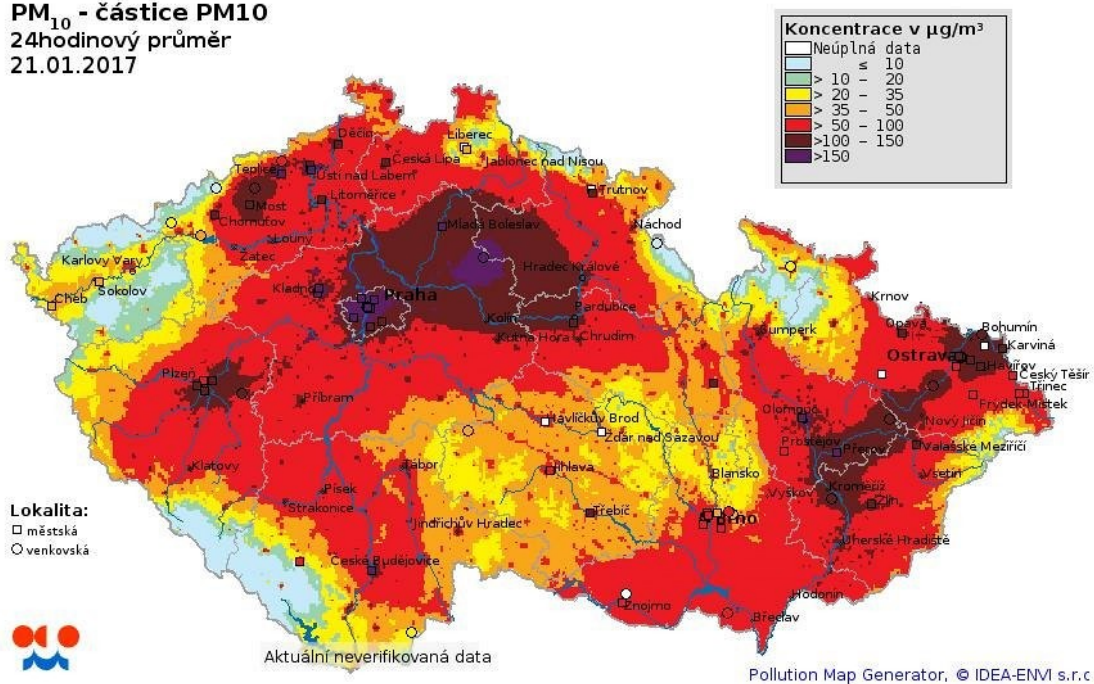


*Reálná data potvrzují obavy klimatologů, teplota stoupá*



... prší čím dál méně

### PM<sub>10</sub> - částice PM10 24hodinový průměr 21.01.2017



a z čistého vzduchu se stává vzácná komodita

# TECHNOLOGIE

Cena a dostupnost energie bude záležet na technologiích a zdrojích, ze kterých energii čerpáme a jak ji distribuujeme. Dnes máme řadu cest získávání a distribuce energie. Každá však má své výhody i nevýhody. Při tvorbě konceptu energetiky musíme pochopit potenciál nových technologií a respektovat jejich velmi rychlý, stále se zrychlující, vývoj. Přitom musíme zůstat otevření budoucím možným změnám. Vždyť investice do energetické sítě musí sloužit desítky let. Za tu dobu dozrají další technologie, ale také se jistě budou postupně měnit i naše hodnoty a potřeby.

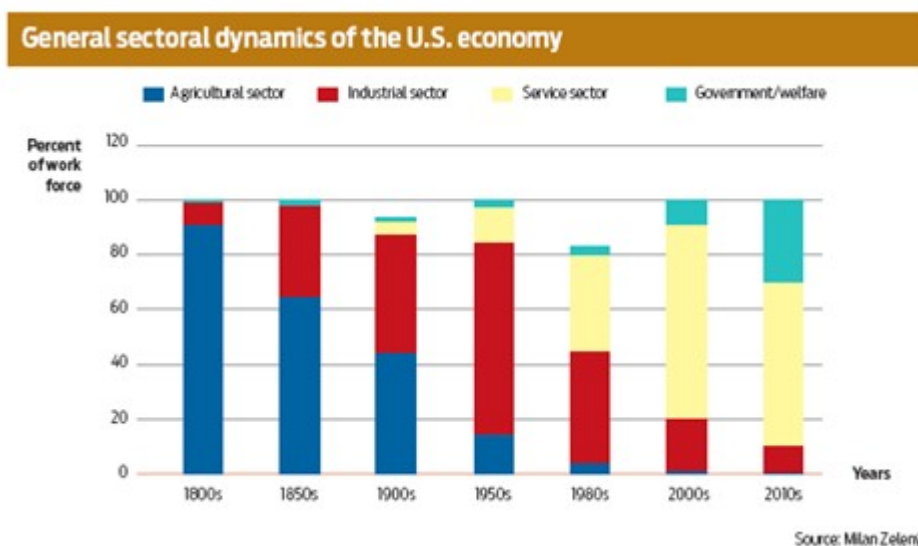
## HISTORIE

Již od neolitu lidé hledají zdroje energie, které by jim usnadnily práci a zpříjemnily život. Nejprve to byla produkce polí a lesů, tedy biomasa, která živila jejich tažná zvířata a ohřívala jejich obydlí. Později přišla voda a vítr, které poháněly mlýny, hamry, zavlažování atd. Již tehdy lidé akumulovali energii v rybníce nad náhonem mlýna, či ve stodole a v dřevníku. Pro výrobu a slévání kovů, kovářství a pro další technologie používali dřevěné uhlí.

K energetickým účelům tedy lidé využívali velkou část svých pozemků: pole, louky, pastviny i les. To znamená, že využívali výhradně obnovitelných zdrojů energie, nemohli tedy spotřebovat víc, než to, co jim příroda každoročně poskytla. Výroba a distribuce energie byla zcela lokální, města zásoboval okolní venkov, doprava energie na větší vzdálenost nebyla prakticky možná.

První průmyslová revoluce přinesla zásadní zlom. Parní stroj (James Watt 1765) se stal zdrojem obrovské síly, která umožnila vznik průmyslu. Provoz parního stroje však vyžadoval velké množství paliva. To nastartovalo těžbu a široké využití kamenného uhlí. Uhlí zase usnadnilo výrobu železa a parní stroj umožnil vznik železnice (Richard Trevithick 1804). Potřeba pracovní síly v továrnách zase nastartovala silnou urbanizaci, vznik městských slumů atd.

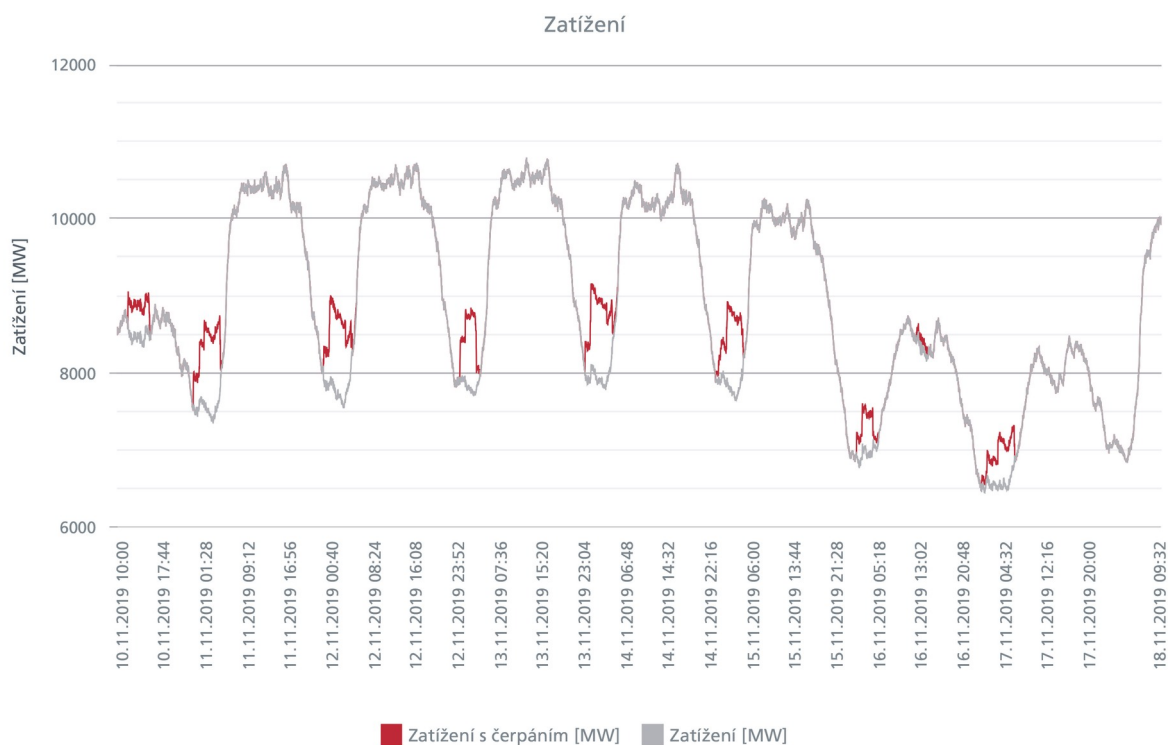
Tak se postupně rozjela velká změna, která ovlivňuje náš život dodnes. Je silně závislá na levné a dostupné energii. Proto rychle spotřebovává zdroje, které naše planeta shromažďovala miliony roků. To mimo jiné znamená, že našim dětem a vnukům odevzdáme Zemi chudší, než byla když jsme ji od našich předků přebírali my.



*Jak vývoj technologií mění společnost je patrné na změně zaměstnanosti v jednotlivých sektorech ekonomiky*



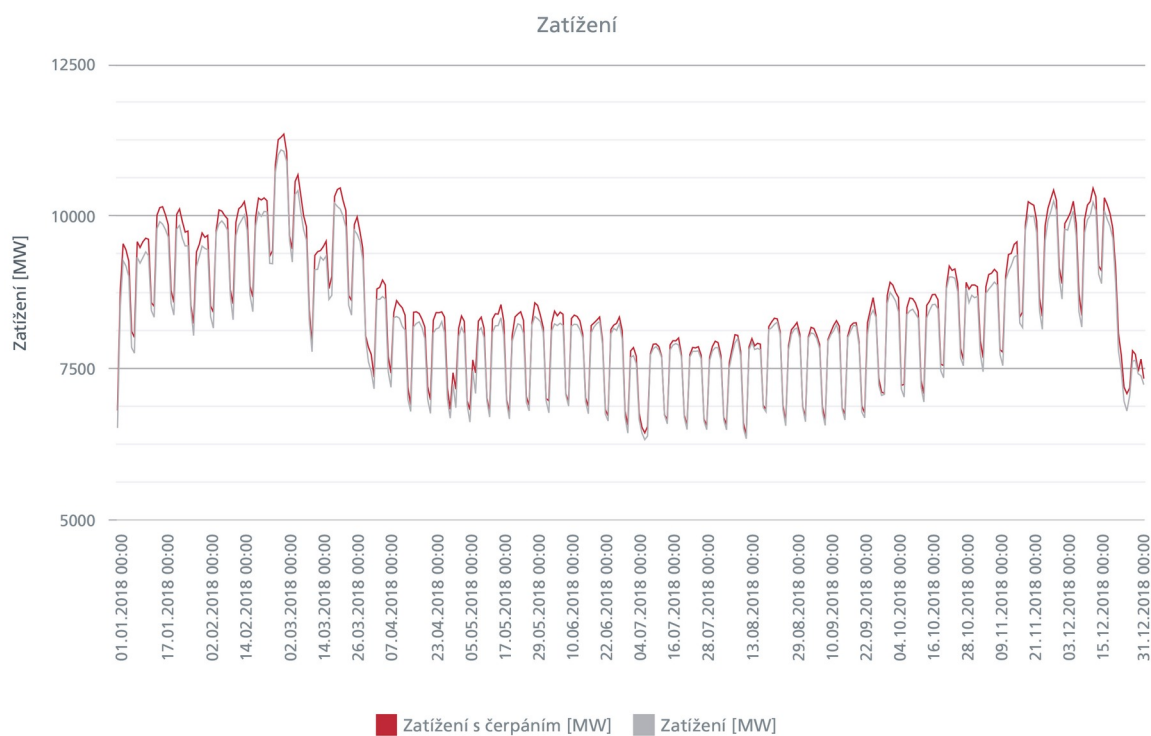




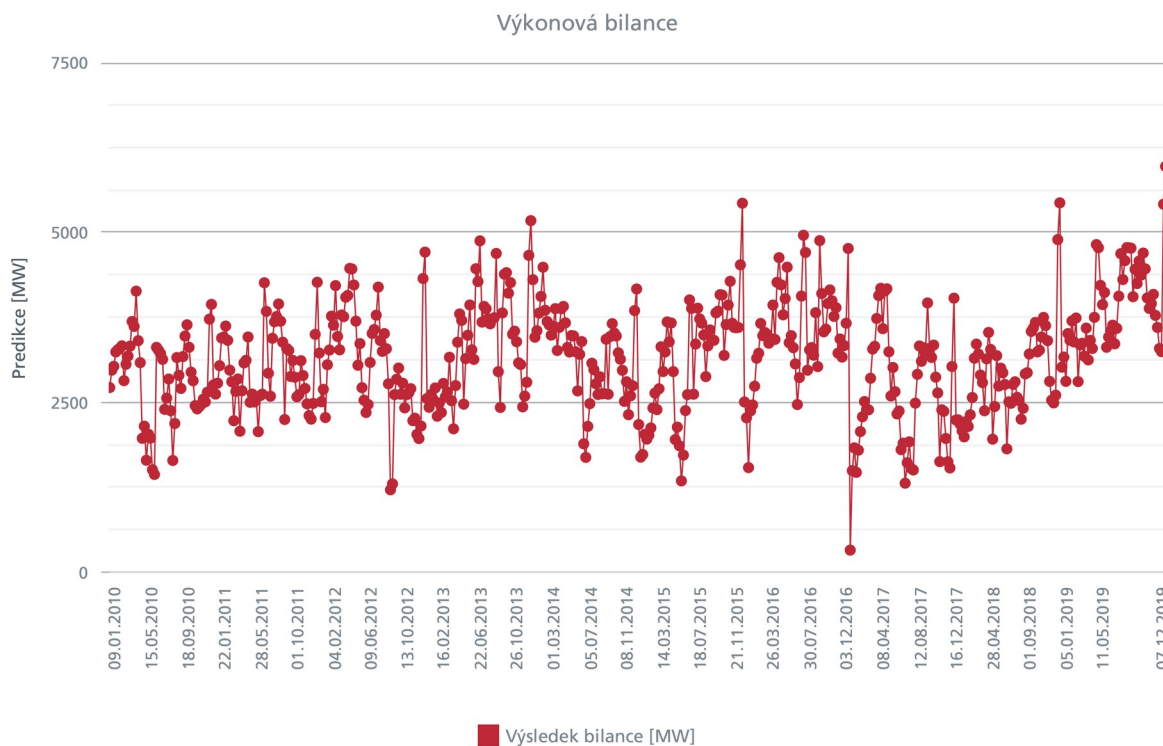
### *Týdenní průběh zatížení energetické sítě*

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

AGREGACE PRŮMĚR / DEN



### *Vliv roční doby na zatížení energetické sítě*



*Rezerva výkonu v přenosové soustavě odpovídá až třem temelínským blokům*

Od dob, kdy vznikl dnešní koncept energetické sítě však dozrává řada nových technologií, které mohou řešit většinu problémů efektivněji. Například:

## CHYTRÁ SÍŤ

Dnešní rychlé datové sítě a levná elektronika umožní vytvořit „chytrý dům“. V něm „chytrý elektroměr“ může automaticky dražit okamžitou cenu energie podle zatížení nadřazeného uzlu. Při vysoké ceně může „chytrý dům“ minimalizovat spotřebu. Naopak při poklesu ceny může spustit pračku, myčku, nabíjení elektromobilu, ohřev teplé vody atd.

Tak dokážeme řídit i ta nejvzdálenější zákoutí energetické sítě mnohem detailněji a efektivněji než dnes. Přitom každý bod sítě může být nejen spotřebitelem, ale i výrobcem (např. fotovoltaika), nebo se podílet na aktivním vyrovnávání sítě (akumulace), protože chytrý elektroměr snadno změří a vypočítá celkovou bilanci.

Výhodné bude i to, že odpadne ruční odečítání stavu elektroměrů a s ním spojená byrokracie. Přitom jednoduchá aplikace do počítače či chytrého mobilu nám umožní detailně sledovat energetickou bilanci a tak pomůže optimalizovat naše chování (analogie aplikace Energomonitor).

Tento koncept se podobá konceptu internetu, vzniká „chytrá síť“ (Smart Grid) decentralizovaných chytrých rovnocenných uzlů. Ta prakticky vyloučí rozsáhlé výpadky, zvýší účinnost elektráren a povede k decentralizaci celé energetiky. To ale znamená, že se velcí výrobci a distributoři budou muset vzdát svého monopolního postavení. To může být problém!

## AKUMULACE

Velký technologický pokrok nastal ve vývoji baterií. Potřeby přenosné elektroniky, elektromobility atd. vedly k velkým investicím do jejich vývoje a zásadnímu zlepšení jejich vlastností (až 300 Wh/kg, proudy 3 až 20C ...), životnosti (2 až 20 tis. cyklů), chemická stabilita (8 až 20 let) a snížení výrobní ceny (pod 2 500 Kč/kWh). To znamená, že bateriové technologie jsou již natolik zralé, že umožňují jejich nasazení k aktivnímu vyrovnávání sítě (náklady pod 1 Kč/kWh/cyklus). Výhodné je i to, že moderní baterie jsou dobře recyklovatelné a tedy si můžeme představit, že časem vznikne uzavřený cyklus výroba/užití/recyklace/výroba...

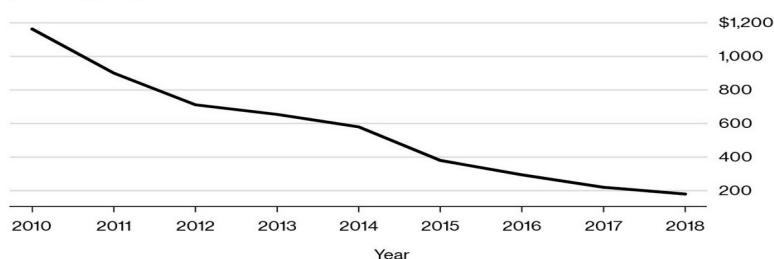
Dnes je však problém v tom, že poptávka po bateriích výrazně přesahuje nabídku, což omezuje jejich dostupnost a zvyšuje cenu. Je však zřejmé, že jde o přechodný problém, který časem trh vyrovná.

Zajímavou možností je využití elektromobilů k akumulaci a vyrovnávání sítě. Baterie v elektromobilu s dojezdem 400 km má při 5 tis. cyklech životnost 2 mil. km. Protože osobní vůz v ČR ujede průměrně 10 tis. km/rok, tak by v elektromobilu měla vydržet 200 let. Baterie však má životnost limitovanou i chemickou stabilitou. Proto má smysl baterii elektromobilu využít i k vyrovnávání sítě. Při plné penetraci elektromobility bude v bateriích elektromobilů uložena energie na několik desítek hodin spotřeby celé ČR.

### Battery Prices Plunge

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

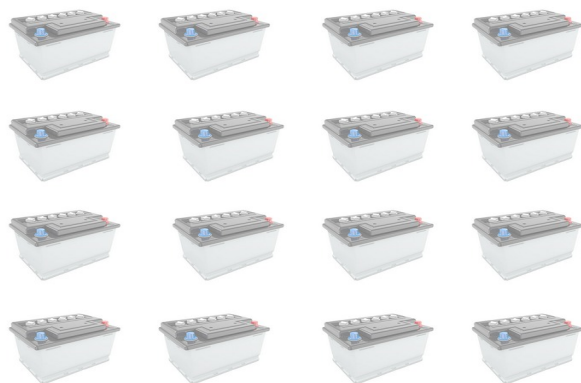
Price (\$/kWh)



Source: BloombergNEF

Bloomberg

*Cena baterií klesá a klesá...*



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



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

*... a jejich životnost stoupá*



Významnou výhodou bateriového vyvažování sítě, je rychlost reakce a plynulé řízení výkonu. Jaderná elektrárna nemůže na změnu zátěže reagovat prakticky vůbec. Uhelná elektrárna na zvýšení zátěže reaguje přiložením do kotle. Chvilu trvá, než se uhlí rozhoří a ohřeje více vody, než se ta změní v páru a pára posílí výkon turbíny. Při poklesu zátěže zase musí vypustit přebytečnou páru bez jakéhokoliv užitku. Tím přirozeně klesne i její celková účinnost a tedy stoupnou náklady na vyrobenou energii.

Velký spotřebič (oblouková pec, rozjezd elektrického vlaku, rychlonabíječka ...) však zátěž mění skokem. Pokud by došlo k souběhu takového skokového vzrůstu zátěže, může dojít k vážné havárii sítě. K podobnému problému může dojít i v opačném případě. Pokud se zátěž sítě skokově zmenší, musí být přebytečný výkon rozveden do zbytku sítě. Jinak by se turbína mohla roztočit rychleji, ztratit synchronizaci a bylo by nutné ji okamžitě odstavit.

Problém je i v tom, že výkon uhelné elektrárny můžeme měnit jen v rozsahu několika desítek procent. Pokud je pokles větší, je třeba elektrárnu odstavit. To m.j. znamená, že elektrárna většinu času pracuje v režimu určených potřebami sítě, který může být dost vzdálen od optimální účinnosti.

Proto distributoři uzavírají složité smlouvy s velkými odběrateli, ve kterých podrobně plánují průběh odběru, najíždění a odstávky elektráren během dne atd.

Akumulátor s chytrým obousměrným měničem může na změnu zatížení sítě reagovat prakticky okamžitě. Může tedy zachytit i velmi rychlý výkyv odběru. Během jediné periody střídavého proudu může změnit výkon o desítky procent, případně přejít z nabíjení do posilování sítě. Nic tedy není třeba plánovat, řízení sítě může být jednoduché a probíhat v reálném čase. Přitom mohou elektrárny fungovat v optimálním režimu, tedy i s nejvyšší účinností a odstávky budou určovány častěji potřebnými revizemi a opravami, než kolísáním odběru.

Odpůrci nových technologií často namítají, že v moderních bateriích se používají vzácné kovy, které 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 obsahuje stejný podíl prvků zemské kůry jako lithium v oné baterii. 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 100x menší kapacitu a vydrží cca 300 cyklů, proti 2 až 5 tis. cyklům lithiové. Z energetického pohledu je tedy lithiová baterie zhruba 1000x výhodnější než olověná.

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 lithiumkarbonátu. Dnes je například cena karbonátu potřebného pro výrobu

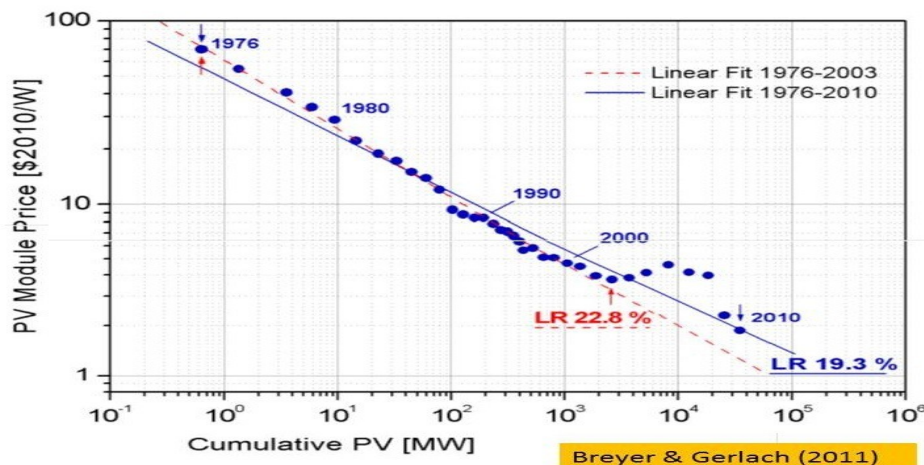
85 kWh baterie Tesly cca 500 USD, tedy trochu víc než 1% koncové ceny vozu. To jistě nebude příliš limitovat rozvoj elektromobility. Odhaduje se, že známé světové zásoby lithia stačí pro 10 mld. osobních vozů. Podíl lithia v bateriích však postupně klesá a recyklace je poměrně účinná.

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 jedovaté, zatím co jim desítky kilogramů olova ve startovací baterii nevadí.

## FOTOVOLTAIKA

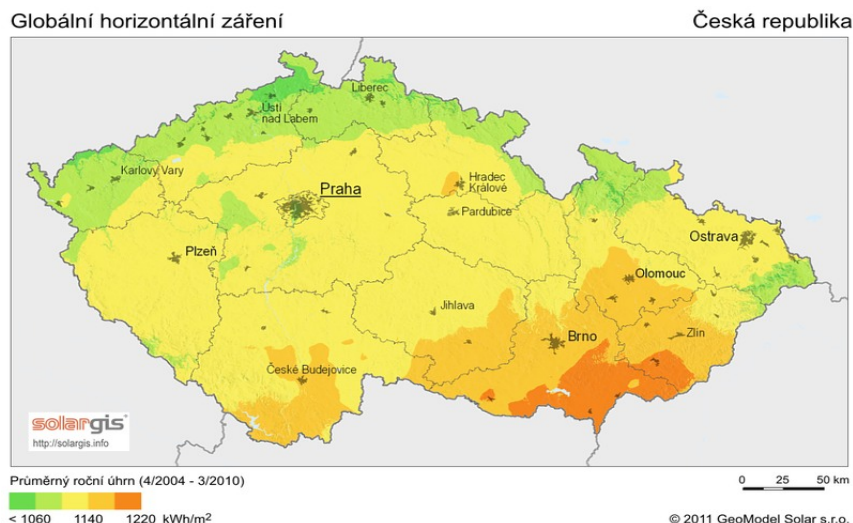
Důležitým zdrojem energie se stává fotovoltaika, tedy přímá přeměna sluneční energie na elektrickou fotovoltaickými panely. Jde o čistou technologii s nepatrnými provozními náklady a dlouhou životností. Ještě před dvěma desítkami let jsme o ní slyšeli jen v souvislosti s kosmickým výzkumem. Jen největší fantastové si představovali, že by jednou mohla nahradit uhelné či jaderné elektrárny. Prudký vývoj technologií však snížil cenu panelů natolik (dnes méně než 10 Kč/Wp), že se fotovoltaika stala nejlevnějším a nejdosažitelnějším zdrojem energie.



*Cena fotovoltaických panelů klesá, klesá a klesá.*

Zásadním problémem při nasazení fotovoltaiky spočívá v tom, že slunce svítí jen ve dne a občas je zakryto mraky. To znamená, že pro trvalou dostupnost energie musíme výrobu spojit s akumulací, nebo ji propojit s chytrou sítí, která kolísání výroby vyrovná, případně obě řešení kombinovat.

Dnes se často mluví o tzv. energetických ostrůvcích, tedy zcela soběstačných domech, které se obejdou bez připojení k energetické síti. Aby toto řešení příliš neomezovalo své uživatele, musí být výroba i akumulace dimenzována tak, aby plně pokryla i extrémní situace. Toto řešení bývá sice dražší, ale má smysl jak v přírodní divočině, kde není energetická síť dostupná, tak ve společenské divočině, kde distributor zneužívá svého monopolního postavení. Z celospolečenského pohledu bude výhodnější civilizovat divočinu distributorů, a tak otevřít cestu spolehlivé, čisté a levné energetice.



*Sluníčko svítí i ve střední Evropě*

Skeptici často zpochybňují možnosti nasazení fotovoltaiky tvrzením, že v ČR slunce moc nesvítí a vložená investice se tedy nemůže vrátit. Z mapy slunečního svitu však vyplývá, že každý instalovaný Wp vyprodukuje ročně 1 000 až 1 200 Wh. Protože malá fotovoltaika je na konci distribučního řetězce, tak hodnotu vyprodukované energie musíme odvozovat od koncové ceny (dnes 2,5 až 5 Kč/kWh). Návratnost celé domácí fotoelektrické „elektrárny“ tedy bude, podle nákladů na instalaci, orientaci panelů atd. cca. 5 až 15 let.

Je tedy zřejmé, že nové technologie jsou již plně konkurenceschopné a mohou začít postupně vytlačovat uhlí, naftu a jádro. Reálná návratnost investice umožní vybudovat a provozovat fotovoltaický zdroj či akumulaci jako standardní podnikání. Tak se mohou, i bez dotací či státních intervencí, postupně pokrýt všechny vhodné střechy, fasády i ploty fotovoltaickými panely a tak zajistit dostatek levné a čisté energie. Je zajímavé, že dnes existují fotovoltaické panely, které vzhledem i funkcí připomínají běžnou střešní krytinu, kterou mohou nahradit. To může dále snížit pořizovací náklady fotovoltaiky a přizpůsobit její vzhled tradiční architektuře.

U nás poškodila názor veřejnosti na výhodnost fotovoltaiky 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. Vždyt' výroba fotovoltaických panelů je obdobou výroby polovodičů, kde již roku 1965 formuloval 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.

Budování sítě malých fotovoltaických zdrojů s akumulací je výhodné i v tom, že se může rozšiřovat postupně a přitom s malým rizikem testovat nové postupy řízení sítě. Může tedy být postupem, který postupně převede kšeftařské a neefektivní prostředí dnešní energetiky na racionální, slušnou a transparentní aktivitu.

Pokud vznikne stabilní, transparentní a spravedlivé právní prostředí, pustí se do budování fotovoltaických zdrojů jednotliví občané, firmy, obce atd. i bez dotací a státních intervencí. Bude možné budovat decentralizovanou energetiku zdola. Místní totiž nejlépe vědí, co potřebují a nejlépe znají potenciál místa. Proto budou efektivnější než stát či velký distributor.

Je však poctivé zdůraznit, že v podmínkách ČR v zimě stoupá spotřeba energie, ale dny jsou krátké. Proto bude třeba buď výkon fotovoltaiky dimenzovat tak, aby pokryla i zimní spotřebu, nebo ji kombinovat s jinými zdroji (biomasa, plyn ...).

## Kalkulace ceny fotovoltaiky

### Konstanty

Cena FV panelu [Kč/kWp]	10 000	cca 5m <sup>2</sup> , cena OEM
Cena baterie [Kč/kWh]	2 500	cena OEM
Úrok [%]	2,50 %	
Koncová cena energie špička [Kč/kWh]	4,00	Odhad: decentralizace, ostrůvky,
Koncová cena energie mimo špičku [Kč/kWh]	2,00	alternativní zdroje, dražba...
Sluneční svit [hod/rok]	1 000	

### Poznámky:

- *Wp je výstupní výkon panelu při plném oslunění (Watt Peak)*
- *Počítáme s velkoobchodními cenami (OEM), případná provize je zahrnuta v ceně instalace*
- *Počítáme s nejlepšími dnes známými cenami. Proto výpočet odpovídá spíš blízké budoucnosti než nedávné minulosti.*
- *Kalkulace je vztažena k 1 kWp fotovoltaických panelů. Reálná instalace na rodinném domě bude mít 4 až 20 kWp, na větších objektech to mohou být i stovky kWp.*
- *Výše úroku odpovídá standardní hypotéce. Pokud pro financování výstavby budou nastaveny rozumné hypotéční podmínky, mohou nastartovat rychlý rozvoj fotovoltaiky i bez dotací a státních intervencí.*
- *Fotovoltaika je na konci distribučního řetězce, proto nakupuje a prodává energii v koncových cenách. Řízení sítě a účtování probíhá automaticky v reálném čase. Předpokladem je nastavení rovných vztahů mezi distributorem a spotřebitelem. To může být velký problém!*

### Fotovoltaika s akumulací

Cena FV panelu [Kč/kWp]	10 000
Kapacita baterie [kWh/kWp]	20
Cena baterie [Kč]	50 000
Instalace, měnič etc. [Kč]	10 000
Investice celkem [Kč/kWp]	70 000
Výroba [kWh/rok]	1 000
Počet vyrovnávacích cyklů [n/rok]	365
Příjem z výroby [Kč/rok]	4 000
Příjem z vyrovnávání [Kč/rok]	14 600
Úrok první rok [Kč]	1 750
Návrstnost [roků]	<b>3,95</b>
Investice na vyrobenou energii [Kč/kWh/rok]	70,00
Životnost [roků]	40
Výroba celkem [kWh]	40 000
Náklady na údržbu fotovoltaiky celkem [Kč]	3 333
Cena vyrobené energie [Kč/kWh]	0,33
Náklady na údržbu baterií celkem [Kč]	100 000
Vyrovnávání celkem [kWh]	292 000
Cena vyrovnávání [Kč/kWh]	<b>0,51</b>
Čistý zisk za dobu života [Kč]	670 544
Poměr čistého zisku za dobu života k investici	9,58

#### Poznámky:

- Kalkulace předpokládá ideální polohu fotovoltaických panelů. Při reálné instalaci bude někdy třeba zvětšit plochu panelů, což může celkové investiční nároky zvýšit i o víc než 30%.
- Fotovoltaické panely mohou nahradit standardní střešní krytinu. To znamená, že při nové výstavbě či velkých rekonstrukcích mohou ušetřit značné náklady.
- Akumulace je dimenzována na 20 hodin plného slunečního svitu. To znamená, že může v ostrovním režimu překonat i několik dní s velmi slabým slunečním svitem.
- Kapacita akumulace může být i menší. Potom bude investice nižší, ale její návratnost delší, protože většina příjmů pochází z vyrovnávání sítě.
- Vyrobená energie je akumulována. Prodává se při vysokém zatížení sítě, tedy za vysokou sazbu.
- Některé typy fotovoltaických panelů mohou nahradit střešní krytinu. Tím se budování nového zdroje může dále zlevnit.
- Investice 70 tis. Kč má výnos více než 18 tis. Kč/rok, tedy cca. 25%, tedy mnohonásobek toho, co mohou nabídnout investiční bankéři. Toho může být dosaženo bez dotací či státních intervencí. Podmínkou však je narovnání vztahu mezi distributorem a provozovateli fotovoltaiky či akumulace.

#### Fotovoltaika bez akumulace

Cena FV panelu [Kč/kWp]	10 000
Instalace, měnič etc. [Kč/kW]	5 000
Investice Celkem [Kč/kWp]	15 000
Příjem z výroby [Kč/rok]	2 000
Úrok první rok [Kč]	375
Návratnost [roků]	<b>8,28</b>
Investice na vyrobenou energii [Kč/kWh/rok]	15,00
Životnost [roků]	40
Výroba celkem [kWh]	40 000
Náklady na údržbu fotovoltaiky celkem [Kč]	5 000
Cena vyrobené energie [Kč/kWh]	<b>0,63</b>
Čistý zisk za dobu života [Kč]	54 783
Poměr čistého zisku za dobu života k investici	3,65

#### Poznámky:

- Špičky odběru v síti jsou během dne, kdy funguje i fotovoltaika. Ta tedy vyrovnává síť i bez akumulace a bude prodávat svou výrobu za vyšší sazbu.
- Při provozu bez akumulace si sousední fotovoltaické zdroje mohou navzájem konkurovat, protože slunce svítí současně v celém jejich okolí. Pokud v energetickém mixu budou převažovat fotovoltaické zdroje, tak dojde k přebytku energie v síti a prodejní cena bude nízká.
- Zpočátku, kdy ještě bude podíl fotovoltaiky v energetickém mixu malý, bude prodejní cena vysoká. Při posilování podílu fotovoltaiky bude postupně klesat. Do výpočtu jsme vzali nízkou sazbu, jde tedy o skeptický odhad.
- Problém je v tom, že v zimě svítí slunce méně, ale spotřeba energie je vyšší. Dnes optimalizujeme sklon panelů tak, aby byla celková roční produkce co nejvyšší. Při velkém podílu fotovoltaiky v energetickém mixu však bude cena energie v zimě vyšší než v létě. Proto bude výhodné optimalizovat sklon panelů na co nejvyšší výnos. Panely tedy bude výhodnější instalovat ve svislejší poloze, než je dnes obvyklé.

## Střechy

Rodinných domů v ČR	1 804 000
Prům. využitelná plocha střechy [m <sup>2</sup> ]	40
Špičkový výkon [Wp/m <sup>2</sup> ]	200
Špičkový výkon z jednoho domu [kWp]	8,00
Špičkový výkon celkem [GWp]	14,43
Sluneční svit [hod/rok]	1 000
Roční produkce jednoho domu [kWh]	8 000
Roční produkce celkem [GWh]	14 432
Roční spotřeba ČR [GWh]	74 000
Možný podíl FVE na RD na celkové výrobě	19,50 %

### Poznámky:

- *Výpočet do odhadu zahrnuje jen střechy rodinných domů. Fotovoltaiku samozřejmě můžeme nainstalovat i na střechy bytových domů, garáží, firem, institucí atd. Můžeme ji instalovat nejen na střechy, ale i na fasády, ploty. Potom může být fotovoltaická výroba srovnatelná s celou dnešní energetickou kapacitou ČR.*
- *Efektivně využít všechny tyto možnosti však půjde jedině tehdy, budeme-li budovat decentralizovanou energetiku „zdola“.*

## Vliv elektromobility

### Využití elektromobilu

Prům. poskytnutá kapacita [kWh/cyklus]	25	
Prům. cyklů [n/rok]	300	
Příjem [Kč/rok]	15 000	
Životnost [roků]	12	
Čistý zisk za dobu života [Kč]	180 000	+ úspory z provozu elektromobilu

Počet elektromobilů	5 500 000	Plná penetrace
Akumulovaná kapacita [kWh/cyklus]	137 500 000	
Akumulovaná kapacita [kWh/rok]	41 250 000 000	
Celková hodnota akumulace [Kč/rok]	82 500 000 000	

### Poznámky:

- *Moderní baterie mají životnost až 5000 cyklů. To při dojezdu elektromobilu 300 km představuje 1,5 mil. km. V ČR najede osobní auto průměrně 10 tis. km/rok. Baterie by mu tedy mohly vydržet na 150 let. Jejich chemická stabilita je však maximálně 20 let. Proto má smysl baterii využívat i pro posilování sítě. Za dobu života elektromobilu se nám tak vrátí zhruba 20% pořizovacích nákladů.*
- *Pokud osobní auto v ČR ujede 10 tis km ročně, tedy méně než 30 km denně, tak je každý den v pohybu zhruba 30 minut a 23,5 hodin někde parkuje. Může tedy být většinu času připojeno k elektrické síti. Pokud vznikne hustá síť veřejně sdílených chytrých wallboxů, bude to praktické i pro elektromobilisty. Přijede domů či do práce, obchodního centra atd., připojí elektromobil k wallboxu, nastaví kdy chce odjet a nakolik má být baterie nabitá. O vše ostatní se postará chytrá elektronika. Ve stanovený čas řidič nasedá do patřičně nabitého, vytopeného a odmrazeného vozu a odjíždí.*
- *Wallbox je v podstatě jen elektrická zásuvka 3x400V/32A nebo silnější, doplněná trochou chytré elektroniky, která přes internet komunikuje s chytrým telefonem elektromobilisty, s energetickou sítí a s centrálou sítě wallboxů. Lze jej pořídit za 2 až 4% ceny dnešního elektromobilu. Cílově by mělo být veřejně sdílených chytrých wallboxů alespoň tolik, kolik bude elektromobilů.*



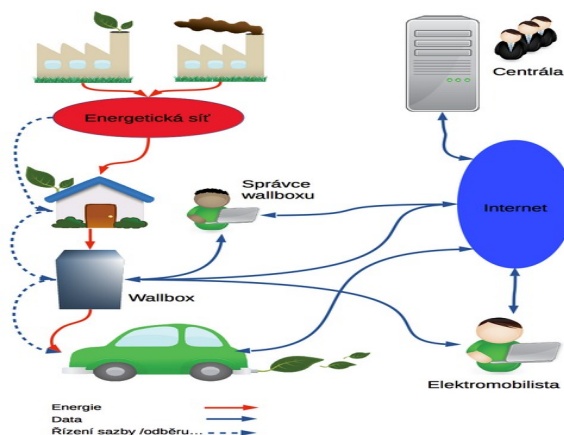
- Některé lepší elektromobily již konečně mají opravdovou palubní nabíječku s výkonem 22 kW a víc. Ty nejpokročilejší mají nabíječku „obousměrnou“, která může jak energii ze sítě ukládat v baterii, tak energii z baterie dodávat do sítě. Mohou tedy fungovat jako malé přečerpávací elektrárny, případně jako „nádooba na převoz energie“. Může tedy zachránit elektromobilistu, který ztroskotal na cestě s vybitou baterií jako kanystr s benzinem, či dovést energii k posílení energetického ostrůvku.
- Bude třeba po výrobcích požadovat, aby své vozy vybavovali dosti výkonnými obousměrnými nabíječkami. Vždyť rozdíl ve výrobních nákladech a hmotnosti vozu je jen asi 1 až 3%, ale výnos 20% a rozdíl v praktičnosti provozu je zásadní.
- Dnešní elektromobily mají kapacitu baterie 40 až 80 kWh. Předpokládáme, že se pro vyrovnávání sítě bude používat jen část této kapacity, aby vozy zůstaly za všech okolností provozuschopné a neničily baterii extrémními režimy (pod 20% a nad 80% kapacity).
- Energie uložená v baterii elektromobilu je srovnatelná s celodenní spotřebou domácnosti majitele. Může tedy předcházet výpadkům a významně přispívat k akumulaci z fotovoltaiky.
- Při plné penetraci elektromobility bude energie uložená v bateriích osobních vozů představovat plnou spotřebu celé ČR na 12 až 15 hodin. Po elektrifikaci nákladní dopravy se kapacita akumulace zvýší více než 2x.
- Za konec životnosti baterie v elektromobilu se považuje pokles kapacity na 80%. Potom již má vůz kratší dojezd a nižší spolehlivost. Tuto baterii však lze ještě řadu let používat k posilování sítě.
- Dnes se často setkáváme s tvrzením, že elektromobil je ekologický jedině tehdy, pokud jezdí na obnovitelnou energii. Dotyční mudrlanti si snad představují, že síť proudí hodné elektrony z obnovitelných zdrojů se zeleným zadečkem a zlé uhelné elektrony s černým zadečkem. Protože si z fyziky pamatují, že elektrony mají záporný náboj, tak se asi bojí, že by ta zlá černá negativní energie na ně mohla z elektromobilu vyskočit.



Wallbox je jen malá nenápadná krabička na okraji parkoviště

Elektromobilu je přirozeně zcela jedno odkud elektrony tekoucí do jeho baterie pocházejí. Jedno to ale není energetické síti. Vždyť během dne svítí sluníčko a přitom je největší spotřeba. Proto je výhodné, když vyrobená sluneční energie posiluje síť, napájí počítače v kancelářích či roztáčí mašiny ve fabrikách. Proto elektromobil raději nabíjíme v noci, kdy je v síti přebytek levné energie, i když ta asi pochází z jádra či uhlí. Přitom doufáme, že časem přibude akumulace a alternativních zdrojů, takže i elektrony v bateriích elektromobilů budou mít jen zelené zadečky.

- Zajistit harmonickou integraci elektromobility do života společnosti si vyžádá významné změny našich zvyklostí a představ a změni postavení několika dnes mocných oborů. To také povede i k úpravě související legislativy. Pokud potřebné změny provedeme s pokorou, pochopením věcných souvislostí a v celospolečenském zájmu, tak usnadní a zlevní náš život. Pokud však podlehneme tlaku zájmů ohrožených oborů, tak se ocitneme v pekle byrokracie a drahoty.



Princip wallboxu

## BIOMASA

---

V ČR je dnes instalována kapacita pro výrobu elektřiny z biomasy pouhých 450 MW a ta je využívána jen z několika desítek procent. V celkovém energetickém mixu tedy nemá velký význam. Ten však vzroste zaváděním fotovoltaiky. Ta totiž vyrábí v zimních měsících výrazně méně energie než v letních, a přitom je v zimě vyšší spotřeba než v létě. To znamená, že buď musíme fotovoltaiku předimenzovat tak, aby pokryla i zimní spotřebu, nebo musíme v zimě posílit výrobu z jiných zdrojů. K tomu je vhodná biomasa. Rostliny během léta akumulují sluneční energii a fotosyntézou ukládají CO<sub>2</sub> do svých těl. Takto akumulovanou energii můžeme využít v zimě k vyrovnání energetické bilance.

Rostlin vhodných pro energetické zemědělství je mnoho druhů několika kategorií:

- Lignocelulóznové
  - Dřeviny (vrby, olše, akáty, topoly ...)
  - Obiloviny (celé rostliny)
  - Travní porosty
  - Ostatní (konopí seté, čirok, šťovík ...)
- Olejnaté (řepka, slunečnice, len ...)
- Škrobo-cukernaté (brambory, cukrová řepa, obilí - zrno, kukuřice ...)

Biomasu však můžeme získávat i z dalších zdrojů:

- Těžební zbytky v lesním hospodářství
- Organický odpad z výroby
- Komunální odpad
- ...

K výrobě energie z biomasy máme řadu vhodných technologií:

- Termochemická přeměna
  - pyrolýza (produkce plynu, oleje)
  - zplyňování (produkce plynu)
- Biochemická přeměna
  - fermentace, alkoholové kvašení (produkce etanolu)
  - anaerobní vyhnívání, metanové kvašení (produkce bioplynu)
- Mechanickochemická přeměna
  - lisování olejů (produkce kapalných paliv, oleje)
  - esterifikace surových bioolejů (výroba bionafty a přírodních maziv)
  - štípaní, drcení, lisování, peletace, mletí (výroba pevných paliv)

K výrobě energie z biomasy tedy máme řadu surovin i technologií. Jejich vhodnou kombinací můžeme dosáhnout optimálního řešení pro místní podmínky jak z hlediska ekonomického, tak ekologického. Může tedy vzniknout řada zcela různých výrob. To je výhodné i z hlediska dlouhodobé stability. Z teorie systémů totiž víme, že čím je systém heterogennější, tím je stabilnější. Další výhodou je, že takto mohou vznikat malé lokální jednotky, které budou zpracovávat místní surovinu. Tím se nejen ušetří doprava, ale odpadní teplo půjde využít v místě na vytápění domů, skleníků atd. (kogenerace).

Volbou efektivní kombinace plodina/technologie, například čirok, konopí, šťovík jako plodina a zpracování pyrolýzou, mohou dosáhnout slušné efektivity, jak dokazuje následující příklad:

## Krmný št'ovík

Výnos [t/ha]	20
Výhřevnost [GJ/t]	15
Hrubý výnos energie [MWh/ha]	83
Hrubý výnos energie [Wh/m <sup>2</sup> ]	8 333
Energie potřebná na pěstování a zpracování	30 %
Energie k dalšímu použití [Wh/m <sup>2</sup> ]	5 833

Účinnost převodu na elektřinu [%]	25 %
Produkce elektřiny [Wh/m <sup>2</sup> ]	1 458
Produkce elektřiny [MWh/ha]	15
Cena elektřiny [Kč/kWh]	4,00
Tržba za elektřinu [Kč/ha]	58 333

Účinnost rozvodu tepla [%]	50 %
Dodávky tepla [kWh/ha]	21 875
Cena tepla [Kč/GJ]	600
Cena tepla [Kč/kWh]	1,67
Tržba za teplo [Kč/ha]	36 458

Využitelná energie celkem [kWh/ha]	36 458
Tržby celkem [Kč]	94 792

### Poznámky:

- *Předpokládáme malou vesnickou pyrolytickou jednotku. Náklady na lokální dopravu paliva jsou tedy malé a poměrně malé jsou i ztráty rozvodem tepla*
- *Malá energetická jednotka dodává energii za lokální cenu a zejména ve špičkách odběru, proto za výrazně vyšší cenu, než velký centralizovaný zdroj.*
- *Tržby jsou výrazně vyšší než v tradiční zemědělské výrobě. Například typický výnos potravinářské pšenice je 6 t/ha a cena cca. 3 800 Kč/t, tržba tedy je cca 23 tis. Kč/ha. Přitom náklady na pěstování št'ovíku jsou výrazně nižší, než na pěstování pšenice.*

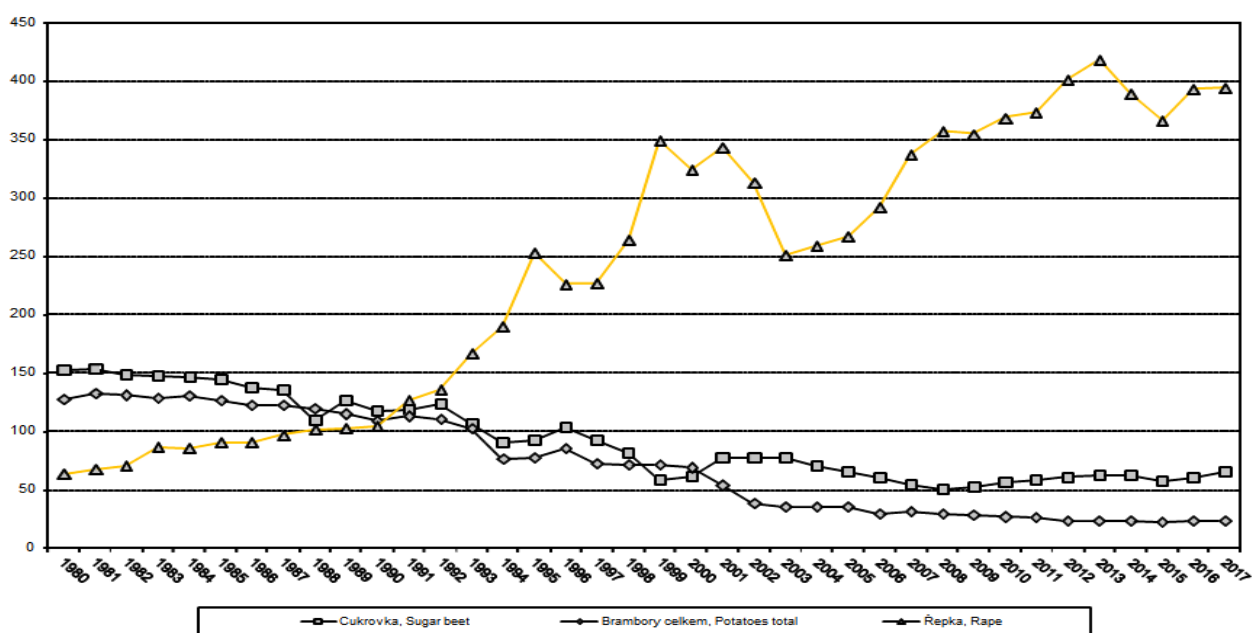
## Řepka

Když se u nás řekne biomasa, tak si většina veřejnosti vybaví nekonečné lány řepky. Problém vznikl tím, že politici v roce 2007 zatoužili poručit technologiím a předepsali povinné přimíchávání biosložky do paliva. Současně snížili daň u paliv s vysokým podílem biosložky. Tím výrazně zvýšili odbyt, a tedy i cenu řepky. Tuto změnu zemědělci přivítali a přizpůsobili jí své osevní plány a Agrofert zvýšil kapacity na její zpracování. Řepka je sice náročná rostlina, která potřebuje hodně živin a péče, ale má zajištěný velký odbyt a dobrou cenu.

Jinak řečeno: Na evropském trhu se zemědělskými plodinami léta převažovala nabídka nad poptávkou. V několika posledních desetiletích totiž díky šlechtění, novým agrotechnikám, chemii a masivním dotacím vzrůstala produkce mnohem rychleji než spotřeba. To snižovalo ceny zemědělských produktů, proto bylo třeba hledat nové cesty k vyrovnání trhu. Využitím argumentů o udržitelnosti, snižování uhlíkové stopy atd. se podařilo prosadit použití řepky jako povinné přísady do paliva. Tím se zemědělcům otevřel obrovský nový odbyt, což výrazně zlepšilo jejich postavení.

Již léta se však v pokročilém světě používají biopaliva 2. generace, která se vyrábí z odpadu dřeva a slámy. Proto se od paliv 1. generace (řepka) ustupuje a EU předpis o povinném přidávání biosložky do paliva zrušila. Ornou půdu tedy využívají mnohem užitečněji a efektivněji. Naši politici se však tomuto diktátu Bruselu ubránili, a svým hrdinným a pevným postojem si vyjednali výjimku. Proto dále zhoršujeme vlastnosti paliva povinnou biosložkou a naše produkce řepky úspěšně vzrůstá a s ní roste i náš HDP. Je to opravdu vítězství? Nebylo by například rozumnější pěstovat rostliny pro výrobu elektřiny a tepla?

VÝVOJ PLOCH ZEMĚDĚLSKÝCH PLODIN  
TRENDS IN SOWING AREAS



### Řepka

Výnos zrna [t/ha]	3,3
Obsah methylesteru	30 %
Výhřevnost methylesteru [GJ/t]	38
Výhřevnost methylesteru [MWh/t]	10,56
Hrubý obsah energie v methylesteru [MWh/ha]	10,45
Hrubý obsah energie v methylesteru [Wh/m <sup>2</sup> ]	1 045
Energie potřebná pro pěstování a výrobu	30 %
Využitelná energie [MWh/ha]	7,32
Čistý výnos methylesteru [t/ha]	0,69
Účinnost automobilového motoru	20 %
Užitečná energie [MWh/ha]	1,46
Užitečná energie [Wh/m <sup>2</sup> ]	146,3
Celková účinnost	0,01 %
Výkupní cena zrna [Kč/t]	10 000
Výnos [Kč/ha]	33 000
Cena nafty bez daně [Kč/kg]	19
Výhřevnost nafty [GJ/t]	43
Náhrada methylesteru naftou [kg/ha]	618
Cena nafty, která nahradí methylester [Kč/ha]	11 588
Cena elektřiny [Kč/kWh]	4
Cena elektřiny, která nahradí methylester [Kč/ha]	5 852

### Poznámky:

- *Energie potřebná pro pěstování a výrobu (30%) je odhad zemědělců, ve kterém zjevně schází náklady na dopravu, výrobu methylesteru, jeho distribuci atd. Odhady nezaujatých odborníků jsou mnohem skeptičtější (60 až 120%). Centrální výkup zrna a centrální výroba methylesteru vyžaduje velké dopravní náklady, s nimi spojené externality atd. Je tedy otázkou, zda řepka opravdu snižuje uhlíkovou stopu dopravy a je obnovitelným zdrojem.*

- *Rozsáhlé řepkové monokultury ničí biodiverzitu a tak zvyšují rizika nejrůznějších kalamit (hraboši, úbytek hmyzu ...). Tím vznikají externality, které tento odhad nemůže zachytit, ale zatěžují celou společnost.*
- *Celková účinnost výroby a využití methylesteru je menší než 0,01%, tedy cca 2 000x horší, než účinnost fotovoltaiky. Jinak řečeno: jedna střecha rodinného domku pokrytá fotovoltaikou nahradí jeden až dva hektary řepky. Není ji ale nutné orat, hnojit, sklízet atd.*
- *Je podivné, že jen výkupní cena zrna na náhradu nafty methylesterem je cca 6x vyšší, než cena nafty, kterou má nahradit. K ceně zrna však musíme ještě přičíst náklady na dopravu, výrobu methylesteru, jeho distribuci atd. Výsledný rozdíl tedy musí být výrazně vyšší. To znamená, že výslednou cenu paliva přidávání biosložky zvyšuje o desítky procent.*
- *Jinak řečeno: motoristé zvýšenou cenou paliva subvencují neefektivní zemědělskou produkci a nesmyslnou výrobu Agrofertu.*
- *Zvyšováním podílu elektromobility bude potřeba methylesteru postupně klesat až k nule.*

Z řepky lze využít i slámu. Té je však mnohem méně než u vhodnějších energetických rostlin. Proto ji srovnáme se šťovíkem z předchozího příkladu.

	Řepka	Šťovík
Výnos slámy [t/ha]	4,95	20
Výhřevnost slámy [GJ/t]	16	15
Výhřevnost slámy [MW/t]	4,44	4,17
Hrubý obsah energie ve slámě [MWh/ha]	22	83
Energie potřebná pro pěstování a výrobu	30 %	30 %
Energie k dalšímu použití [Wh/m <sup>2</sup> ]	1 540	5 833
Účinnost převodu slámy na elektřinu [%]	25 %	25 %
Produkce elektřiny [Wh/m <sup>2</sup> ]	385	1 458
Produkce elektřiny [MWh/ha]	3,85	14,58
Cena elektřiny [Kč/kWh]	4	4
Tržba za elektřinu [Kč/ha]	15 400	58 333
Účinnost rozvodu tepla [%]	50 %	50 %
Dodávky tepla [kWh/ha]	5 775	21 875
Cena tepla [Kč/kWh]	1,67	1,67
Tržba za teplo [Kč/ha]	9 625	36 458
<i>Pyrolýza zrna</i>		
Využitelná energie [MWh/ha]	7,32	
Elektřina [MW/ha]	1,83	
Elektřina [Kč/ha]	7 315	
Užitečné teplo [MW/ha]	2,74	
Užitečné teplo [Kč/ha]	4 572	
Tržby s prodejem zrna celkem [Kč]	58 025	
Tržby s pyrolýzou zrna celkem [Kč]	36 912	94 792

#### *Poznámky:*

- *Podobně jako u šťovíku v předchozím příkladě předpokládáme zpracování malou místní pyrolytickou kogenerační jednotkou. Šťovík uvádíme jen jako příklad. Vhodných rostlin je několik desítek druhů.*
- *Pro pyrolýzu lze pochopitelně využít i zrno. Proto uvádíme i tuto variantu.*

- *I při dnešní velmi vysoké výkupní ceně řepky vychází výrazně výhodněji pěstování šťovíku. Bylo by tedy asi výhodné postupně budovat malé kogenerační či bioplynové jednotky, které umožní přechod z řepky na výhodnější plodiny.*
- *Tohoto přechodu můžeme využít i k nápravě krajiny, k rozdělení obrovských monokulturních lánů řepky na pestrou mozaiku různých energeticky využitelných rostlin oddělených mezemi a polními cestami s remízky, mokřady atd. Různorodost pěstovaných rostlin sníží zemědělská rizika, protože případný problém nezasáhne všechny pěstované druhy stejně. Meze a polní cesty zase vytvoří vsakovací a protierozní pásy a zlepši ekologickou rovnováhu.*
- *Spojení zemědělství s malými kogeneračními jednotkami potlačí závislost zemědělců na kolísajících výkupních cenách a náladách trhu.*
- *Různorodost pěstovaných rostlin také rovnoměrněji rozloží potřebné práce do celého vegetačního období a tak umožní lépe využít jak pracovní sílu, tak potřebnou techniku.*
- *To vše však vyžaduje zásadní změnu pravidel distribuce elektřiny.*

#### Řepka vs. šťovík v ČR

	Řepka	Šťovík
Zemědělská orná plocha v ČR [ha]	2 960 000	
Osevní plocha řepky celkem [ha]	380 000	
Z toho pro paliva	60 %	
Osevní plocha pro paliva celkem [ha]	228 000	228 000
Podíl energetické řepky na ploše orné půdy ČR	7,70 %	
Spotřeba elektřiny [TWh/rok]	73,90	
Spotřeba motorové nafty [t/rok]	4 954 000	
Výhřevnost motorové nafty [GJ/t]	42,61	
Výhřevnost methylesteru [GJ/t]	38,00	
Energetický ekvivalent methylester/nafta	0,89	
Produkce elektřiny [MWh/rok]	877 800	3 325 000
Podíl na celkové spotřebě	1,19 %	4,50 %
Produkce methylesteru [t/rok]	250 800	
Ekvivalent nafty [t/rok]	223 666	
Podíl na celkové spotřebě	4,51 %	

#### Poznámky:

- *Je zřejmé, že podíl biomasy v současnosti není v celkové energetické bilanci ČR významný.*
- *V souvislosti s elektromobilitou význam methylesteru klesá, protože je určen pro spalovací motory s praktickou účinností cca. 20%. To znamená, že jeho podíl na využitelné energii je pouhých 0,9%.*
- *Protože biomasa pro přímé energetické využití je ekonomicky výhodná i bez manipulace trhu (viz předchozí kapitola), tak bude záležet na vývoji trhu se zemědělskými plodinami a na chování zemědělců, zda se pěstování biomasy bude dále rozšiřovat či redukovat.*
- *Chceme-li toto chování racionalizovat, tak musíme změnit pravidla distribuce elektřiny a umožnit zapojení samostatných decentralizovaných zdrojů do sítě (decentralizace, rovná pravidla pro všechny zúčastněné atd.)*

## Agrivoltaika

Zajímavou verzí alternativní energetiky je kombinace fotovoltaiky a zemědělství, případně pěstování biomasy. Pokud fotovoltaické panely nainstalujeme dost vysoko, aby pod nimi mohly projíždět zemědělské stroje, můžeme plochu pod nimi využívat obvyklým zemědělským způsobem. O tomto uspořádání mluvíme jako o agrivoltaice.

Na rozdíl od fotovoltaických farem solárních baronů tímto uspořádáním neumrtvujeme zemědělskou půdu, ale stín vrhaný panely naopak některým plodinám prospívá. Panely nemusíme stavět jen nad ornou půdou, ale i nad loukami a pastvinami.



Jedna z mnoha možností kombinace fotovoltaiky a zemědělství

### Agrivoltaika

Plocha panelů [m <sup>2</sup> /ha]	5 000
Výkon [Wp/m <sup>2</sup> ]	200
Výkon [Wp/ha]	1 000 000
Sluneční svit [hod/rok]	1 000

Roční produkce z fotovoltaiky [MWh/ha]	1000
Roční produkce biomasy [MWh/ha]	83
Účinnost kogenerace (jen elektřina)	25 %
Roční produkce elektřiny z biomasy [MWh/ha]	21
Roční produkce celkem [MWh/ha]	1 021
Celková účinnost	10,21 %

Investice [Kč]	10 000 000
Prodejní cena elektřiny [Kč/kWh]	2,00
Tržba za elektřinu [Kč/ha]	2 041 667

Produkce na výměře řepky [GWh/rok]	232 750
Podíl na výrobě energie v ČR	315 %

### Poznámky:

- *Skutečná produkce elektřiny bude záležet na lokalitě a orientaci panelů. V reálu může být až o cca. 30% nižší.*
- *Při velké penetraci fotovoltaiky v energetické síti si budou jednotlivé zdroje konkurovat. Slunce bude svítit i na sousední zdroje a tak vytvoří přebytek energie. Proto bude i místní prodejní cena odpovídat nízkému tarifu.*
- *Dnes orientujeme panely tak, abychom dosáhli maximální celkové produkce. Při velké penetraci fotovoltaiky bude asi výhodnější optimalizovat příjmy, tedy výrobu pro ranní a odpolední špičku odběru a pro vyrovnaní zimního poklesu. Panely tedy bude třeba orientovat poněkud jinak než dnes.*
- *Výnos z biomasy představuje pouze jednotky procent celkových příjmů. Proto mají zemědělské aktivity jen doplňkový a ekologický význam.*
- *Pokud bychom dnešní plochu polí, kterou využíváme pro produkci řepky k energetickým účelům, využili pro agrivoltaiku, vyprodukují víc než trojnásobek roční spotřeby ČR.*



- *Pokud bychom vložili oněch cca 250 mld. Kč, které bude stát jeden nový jaderný blok do agrivoltaiky, vybavíme cca 25 tis. ha, tedy desetinu dnešních řepkových polí fotovoltaickými panely. Tak pokryjeme třetinu spotřeby celé ČR, tedy zhruba 3x víc, než vyrobí onen jaderný blok. Přitom se nám investice vrátí za 5 až 10 let, nemusíme kupovat jaderné palivo, řešit jeho likvidaci atd. Musíme se však postarat o chytré řízení sítě a akumulaci.*

## Komunální a průmyslový odpad

Malé chytré kogenerační jednotky pro výrobu elektřiny z biomasy by měly být vybaveny měřením a chytrým řízením, které optimalizuje jejich provozní režim. Minimalizujeme tak jak potřebu lidské práce, tak dopad na životní prostředí. Chytré řízení současně může optimalizovat příjmy z výroby tím, že spustí výrobu elektřiny z naakumulovaného plynu v době, kdy je cena energie vysoká. Bude tak vyrovnávat špičky odběru a optimalizovat provoz sítě.

Takové jednotky můžeme použít i k likvidaci odpadu. V ČR vzniká ročně více než 3 mil. tun odpadu a tento objem mírně vzrůstá. Jen malá část tohoto odpadu se používá smysluplně (opravdová recyklace, kompostování ...). Velká část se spaluje bez energetického užítku, jen proto, aby se snížil objem skládek, což druhotně snižuje tvorbu metanu a jeho unikání do atmosféry. Většina odpadu se ukládá na skládky. Zde se některé materiály rozkládají a generují metan se silným skleníkovým efektem. Jiné materiály se rozpouštějí, korodují, navzájem spolu reagují a znečišťují podzemní vodu. Dnes se sice snažíme odpad využívat efektivněji, ale celá problematika je velmi složitá a pokroky jen pozvolné. Snažíme se budovat velkospalovny, což je pomalé a klade velké nároky na dopravu.

Spojení chytré lokální kogenerace biomasy s likvidací odpadu může rozšířit naše možnosti, což má význam nejen energetický, ale i ekologický. Provoz může kombinovat využití biomasy a odpadu a tak dále optimalizovat jeho zpracování. Odpad je však velmi různorodý. Proto dalšímu použití odpadu musí předcházet jeho třídění. To vyžaduje velký podíl lidské práce. Může tedy vytvořit pracovní příležitosti pro nekvalifikované pracovníky, a tak například i zpomalit vylidňování venkova, kde budou kogenerační jednotky asi nejčastěji vznikat.

Příjmy těchto kogeneračních jednotek tedy budou nejen z prodeje elektřiny a tepla, ale i z poplatků za likvidaci odpadu, příjmů z prodeje vyříděných materiálů pro recyklaci (kovy, některé plasty, papír, sklo ...), biologicky rozložitelných materiálů pro kompostaci atd.

Výhodou tohoto řešení je to, že biomasu i odpad můžeme během léta, kdy není odbyt na teplo z kogenerace a je dostatek energie z fotovoltaiky shromažďovat, tedy akumulovat a naakumulovanou hmotu využít je v zimě. Tím zlepšíme vyrovnávání sezónního kolísání výroby a spotřeby a přitom dále zvýšíme ekonomický efekt kogenerace.

## VODA

V ČR je instalovaná kapacita vodních elektráren pouhých 1,09 GW a může být využívána s ohledem na hydrologický režim jen z malé části. Dnes jistě bude při rozhodování o režimu přehrady primární hospodaření s vodou a teprve potom výdělků z výroby elektřiny. I tak mohou vodní elektrárny plnit významnou roli při vyrovnávání energetické sítě. Přehrada je totiž akumulátorem energie, kterou elektrárna může rychle uvolnit v okamžiku nedostatku energie v síti. Například přehrada, vysoká 15 m s plochou jezera 1 km<sup>2</sup>, může uvolnit 150 GJ, tedy cca 40 MWh při poklesu hladiny o 1 m.

To představuje cca. 15 sec. spotřeby ČR nebo něco víc než minutu importu z Německa. Pokud nad severním mořem fouká vítr, importujeme odsud asi 2 GW za velmi nízké, někdy dokonce záporné ceny po desítky hodin týdně. Přehrada se však plní na svůj původní stav několik dní, někdy i týdnů.

Větší význam mají přečerpávací vodní elektrárny. Ty v době přebytku energie v síti čerpají vodu ze spodní nádrže do horní, aby takto naakumulovanou energii využily v době nedostatku energie. Pracují s účinností cca. 75% a v ČR mají celkový instalovaný výkon 1,17 GW. Jejich výhodou je, že nejsou tolik závislé na momentální hydrologické situaci a mohou poměrně rychle reagovat na situaci v síti. Problematický je však silný zásah do krajiny, který vyžaduje jejich výstavba.



Dnes občas slyšíme, že by bylo výhodné podíl vodní energie na našem energetickém mixu výrazně zvýšit. Problém však spočívá v tom, že velká část vhodných lokalit od vltavské kaskády po malé vodní elektrárny je již využívána. Při budování nových vodních děl bychom měli sledovat spíš rozumné hospodaření s vodou a zachování zdravé krajiny, než úzké zájmy energetiky. Proto v dohledné budoucnosti nemůžeme očekávat žádný velký nárůst kapacit výroby energie v hydroelektrárnách. Přijatelná by však mohla být změna některých existujících hydroelektráren na elektrárny přečerpávací (např. na vltavské kaskádě). Je však otázkou, jak na časté změny hladiny bude reagovat život na přehradním jezeře (lidé i příroda).

Jsou však i snílkové, kteří si představují, že by pro energetiku šlo využít i větší rybníky. Proto jsme se pokusili odhadnout, jak by taková minihydroelektrárnička mohla fungovat:

#### Voda jezzy a rybníky

Rozdíl hladin [m]	3
Průtok [l/sec]	100
Účinnost	80 %
Výkon [W]	2 352
Průměrná denní funkce [hod]	10
Průměrná denní produkce [kWh/den]	23,52
Průměrná roční funkce [dní]	100
Produkce [MWh/rok]	2,35
Produkce [Kč/rok]	9 408

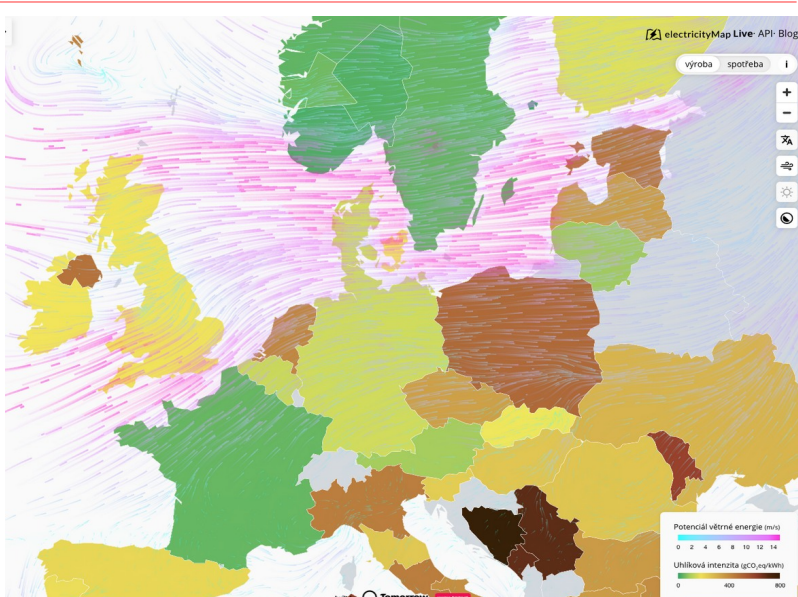
Uvážíme-li náklady na provoz a údržbu, bude vítězstvím, pokud hospodaření takové elektrárničky nebude ztrátové. Rozhodně nemůžeme očekávat, že se vložená investice v dohledné době vrátí. Může však mít smysl v energetickém ostrůvku. Také si můžeme představit propojení dvou rybníků rourou nebo náhonem a vytvoření malé přečerpávací soustavy. Ta by mohla mít výrazně větší rozdíl hladin a mohla by fungovat více hodin v roce. Výsledný příjem by tedy mohl být mnohem vyšší, ale i potřebná investice by byla výrazně vyšší.

Představíme-li si, že v ČR by šlo vybudovat cca. tisíc takových elektrárniček (velmi optimistický odhad), potom by jejich celoroční příspěvek do energetické sítě ČR byl cca 2,5 GWh. To by zhruba pokrylo 15 minut z celoroční spotřeby ČR.

## VÍTR

V ČR je instalovaný výkon větrných elektráren pouhých 277 MW, což představuje méně než 2% průměrného zatížení sítě. To je v prudkém kontrastu například k instalovanému výkonu větrných elektráren v Rakousku, kde je instalováno více než 3 GW, tedy cca 30% průměrného zatížení. Přitom máme velmi podobné meteorologické podmínky, jejich ekonomická efektivita by tedy měla být také velmi podobná.

Mnohem lepší podmínky pro větrnou energetiku jsou v Německu a ve Skandinávii. Například v Německu je instalovaný výkon větrných elektráren více než 60 GW, což představuje cca. 80% průměrného zatížení sítě. Produkce energie z větrných elektráren je tedy ve výsledném německém energetickém mixu zastoupena mnohem výrazněji než u nás, a spolu s fotovoltaikou (49 GW) tvoří základ německé energetiky. Proto mohou Němci uvažovat o odstavení jaderných a uhelných elektráren.



Počasí nad Evropou je různorodé a každodenně se mění. Nejčastěji a nejsilněji fouká nad Severním mořem.

Zásadní problém s využitím větrné energie spočívá v tom, že vítr někdy fouká velmi silně (15 m/s a víc), jindy vůbec, že může vytvářet silné poryvy atd. Tyto změny lze předvídat jen velmi přibližně a obtížně, mohou být extrémní a mohou probíhat velmi rychle. Větrná energetika tedy musí být spojena s efektivním řízením sítě v reálném čase, výkonnou akumulací a kombinována s dalšími zdroji (asi zejména fotovoltaika, voda a biomasa), případně s importem a exportem.

Dnešní technologie umožňují přesné měření a řízení výroby, spotřeby a akumulace i v nejdlehlších koutech sítě v reálném čase. To otevírá cestu ke zcela novému konceptu řízení sítě, který umožní rychlou reakci na změny, potlačí potřebu byrokratického centrálního krátkodobého plánování a předvídání, naopak umožní plnou decentralizaci sítě.

V takto decentralizované chytré síti se mohou uplatnit i malé soukromé, firemní či obecní větrníky. Jejich začlenění do sítě by mohlo poněkud zvýšit její různorodost (fouká i když nesvíí / svítí i když nefouká) a tedy i její stabilitu.

## PLYN

V ČR je instalovaný výkon plynových elektráren 1,61 GW. Jejich uhlíková stopa je menší než uhlíkových elektráren (490 gCO<sub>2</sub>/kWh plyn proti 820 gCO<sub>2</sub>/kWh uhlí) a mají vyšší účinnost (57% proti 40%). Také rychlost reakce na změnu zatížení sítě je poměrně rychlá. Proto se zdá, že dnes jsou paroplynové elektrárny výhodným kompromisem k vyrovnávání kolísání produkce obnovitelných zdrojů.

### Plyn

Cena plynu [Kč/GJ]	50
poměr [kWh/GJ]	277,78
Cena plynu [Kč/kWh]	0,18
Účinnost	57 %
Náklady na plyn [Kč/kWh]	0,32

### Počerady

Výkon [kW]	838 000
Max. produkce [kWh/rok]	5 866 000 000
Investice [Kč]	15 000 000 000
Životnost roků	30
Produkce celkem [kWh]	175 980 000 000
Odpisy [Kč/kWh]	0,09
Provozní náklady [Kč/rok]	1 000 000 000
Provozní náklady [Kč/kWh]	0,17
Cena vyrobené energie [Kč/kWh]	0,57
Průměrná velkoobchodní cena energie [Kč/kWh]	1,00
Návratnost [roků]	4,98

### Poznámky:

- Výpočet předpokládá celoroční plný provoz. Při velké penetraci fotovoltaiky však budeme plynem pouze vykrývat zimní pokles výroby ze slunce, budou tedy využity jen z cca. 30%. To mírně zvýší výslednou cenu jejich produkce a značně prodlouží návratnost investice.
- Cena plynu značně a nepředvídatelně kolísá. To může výrazně ovlivňovat výslednou cenu energie i návratnost investice.
- Většinu plynu importujeme. To může být strategicky a geopoliticky velmi nevýhodné, případně riskantní.
- Paroplynovou technologii lze realizovat i poměrně malé elektrárny (jednotky až desítky MW), které jsou ekonomicky návratné. Takové malé jednotky tedy mohou být lokalizovány do míst s velkou spotřebou a mírnit nároky na přenosovou soustavu. Jejich nasazení tedy neomezuje decentralizaci sítě. Výstavba paroplynových jednotek je rychlá, může dynamicky reagovat na potřeby rozvoje fotovoltaiky.

- Malé paroplynové jednotky lze s výhodou koncipovat jako kogenerační a využívat i jejich odpadní teplo. To poněkud sníží jejich uhlíkovou stopu, cenu produkované energie i návratnost investice.

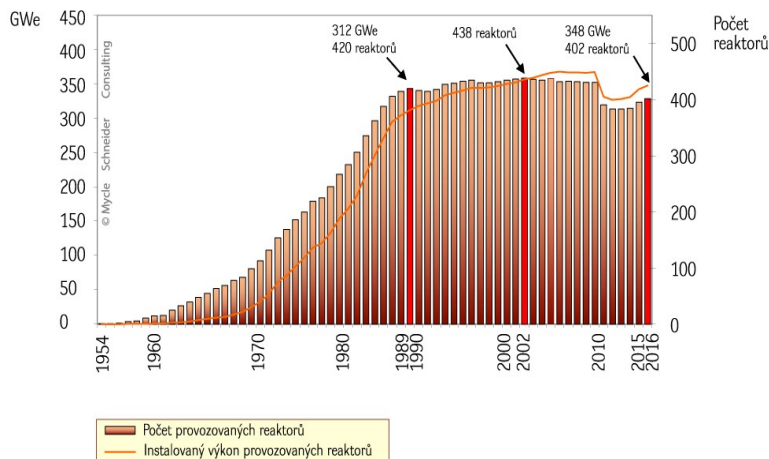
## JADERNÁ ENERGIE

Dnes nás politici i velcí podnikatelé v energetice přesvědčují, že nutně musíme budovat další velkoelektrárny. Podivnost těchto snah jsme rozebrali v předchozích kapitolách. Současně tvrdí, že jedinou možnou technologií oněch nových velkoelektráren je jádro. Mluví o jakýchkoli našich specifických potřebách či možnostech, aniž dokáží vysvětlit v čem jsme jiní, než zbytek světa, který již před třiceti léty pochopil nevýhodnost jaderné energetiky, což prudce zbrzdilo její další rozšiřování.

Srovnáním jaderných technologií s možnostmi nových postupů můžeme formulovat několik zásadních výhrad, 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 40 €/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 prodraží cenu energie.
- **Další centralizace energetiky**  
Soustředění energetiky do několika velkých bloků nese riziko velkých výpadků, zvyšuje nároky na přenosovou soustavu, distribuci, řízení a vyrovnávání sítě atd. Přitom posiluje monopolizaci celé energetiky a zvyšuje cenu vyrobené energie.
- **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 mírně měníme místní klima.

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 minulostí*

- **Spotřeba chladicí vody**  
Pro chlazení jednoho jaderného bloku 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 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.
- **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 desítky tisíc 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 asi 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).
- **Nové principy jaderné energetiky**  
Již v roce 1980, v knize „Kde začíná budoucnost“ popisoval Jiří Mrázek množivé reaktory na zpracování vyhořelého paliva a jadernou fúzi, která bude vyrábět energii z vody, jako dohlednou budoucnost. 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 ...

Tyto problémy jsou obecně známé a jejich podrobnosti snadno vyhledatelné. Proto je velmi podivné, že naši 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:

<b>Nový jaderný blok</b>	
Výkon [kW]	1 200 000
Čas [hod/rok]	8 766
Využití výkonu	80 %
Produkce [kWh/rok]	8 415 360 000
Investice [Kč]	270 000 000 000
Investice na vyrobenou energii [Kč/kWh/rok]	32,08
Životnost [roků]	40
Náklady na likvidaci [Kč]	150 000 000 000
Roční splátka na likvidaci [Kč]	3 750 000 000
Roční pojištění	???
Roční splátka úvěru [Kč]	6 750 000 000
Úroková sazba [%]	5,00 %
Úrok první rok [Kč]	13 500 000 000
Umořování investic první rok celkem [Kč/rok]	24 000 000 000
Údržba [Kč/kW]	2 340
Údržba celkem [Kč/rok]	2 808 000 000
Palivo [Kč/kWh]	0,31
Palivo celkem [Kč]	2 625 592 320
Provozní náklady [Kč/rok]	5 433 592 320
Cena vyrobené energie [Kč/kWh]	<b>3,50</b>
Průměrná velkoobchodní cena [Kč/kWh]	1,00
Roční deficit [Kč/rok]	<b>21 018 232 320</b>
Návratnost [roků]	<i>není</i>

#### 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 spíš 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.*
- *Odhad výše úroku je velmi optimistický. Dle sdělení ředitelky Úřadu pro jadernou bezpečnost Dany Drábové v ČT je reálně dosažitelný úrok pro výstavbu jaderného bloku 8 až 12%. To m.j. ilustruje nedůvěru finančníků k tomuto podnikání. Tato výše úroku by zvýšila cenu energie až na 5,74 Kč/kWh a roční deficit na skoro 40 mld. Kč.*
- *Odhad nezahrnuje náklady potřebné pro zajištění chladicí vody.*
- *Odhad nezahrnuje náklady na akumulaci (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.*

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 něco víc než 8 mld. korun ročně, ale na umořování investice potřebuje 24 mld. 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.

#### Pro srovnání:

*Pokud každý rok vložíme oněch 21 mld. očekávaného deficitu do výstavby fotovoltaiky s akumulací, tak každý rok vznikne kapacita zhruba 3 GWp, tedy 3 TWh/rok. Za 3 roky výstavby tedy získáme stejnou výrobní kapacitu, jakou má jaderný blok z našeho příkladu. Náklady se však za cca 5 let vrátí a fotovoltaika začne vydělávat, což umožní další rozšiřování fotovoltaiky. Za oněch 20 let, které budou třeba na výstavbu nového jaderného bloku, půjde tedy vybudovat kapacitu fotovoltaiky mnohonásobně přesahující kapacitu onoho jaderného bloku.*

Jak je možné, že toto naši drazí politici nevědí? Nebo sledují jiné cíle?



## UHLÍ

Zhruba polovina elektřiny v ČR (3,5 až 5,5 GW) se vyrábí z uhlí. V uhelných elektrárnách máme také největší rezervy výkonu (9,13 GW max.) a jejich výkon lze regulovat lépe než výkon jaderných elektráren.

Čištění spalin může být dnes poměrně dokonalé. Proto jsou lokální exhalace dnešních elektráren jen zlomkem toho, co tyto elektrárny chrlily v 80 tých letech. Jejich koncentraci ještě ředí vysoké komíny. Proto je jejich vliv na zdraví obyvatel menší, než exhalace z výfuků spalovacích vozů či komínů pálících hnědé uhlí v centrech měst.

Výhodná je i poměrně vysoká účinnost velkých uhelných energetických bloků (až 40%), která je výrazně vyšší, než například účinnost spalovacích motorů v dnešních autech (15 až 25%). Výhodou současné uhelné energetiky se může zdát prudké klesání ceny uhlí, které představuje většinu nákladů na výrobu (cca 0,7 t/MWh). Je však otázkou, jak dlouho se při těchto cenách může těžba udržet a kdy se trh zhroutí.



Vývoj ceny energetického uhlí



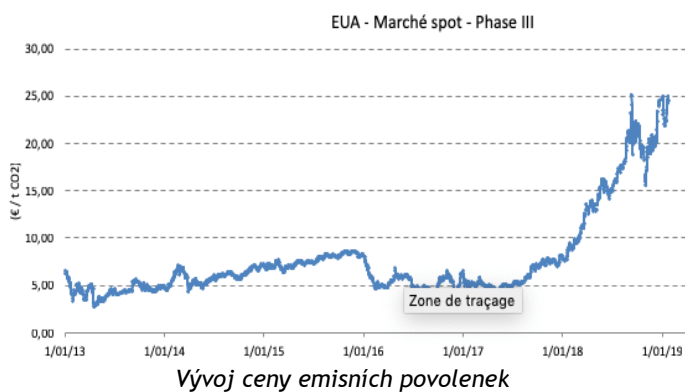
Stovky milionů tun vytěžené horniny zcela mění krajinu

Dnes se však pohled na uhelnou energetiku výrazně mění. Konečně si uvědomujeme, že jsme za několik desítek let spotřebovali zásoby, které postupně vznikaly po miliony let. Snad se již začínáme stydět za to, že svým potomkům odevzdáme zemi podstatně chudší, než jsme ji přebírali my od svých předků.

Vědci již mnoho let upozorňují na externality, které uhelná energetika vyvolává (exhalace a kyselé deště, klimatická změna, zničená krajina a nutnost rozsáhlých rekultivací ...) a vysvětlují, že tyto externality hradíme všichni svým zdravím i svými daněmi.

Tato morální a vědecká hlediska však nejsou pro energetické společnosti příliš důležitá. Ty usilují o co nejlepší využití svých investic a maximalizaci zisku. Proto se evropská společnost rozhodla tento rozpor zmírnit zavedením emisních povolenek, které by nás měly motivovat ke snižování emisí CO<sub>2</sub> a ze kterých lze hradit nápravu některých ekologických škod, případně financovat přechod na vhodnější technologie.

Dle IPCC 2014 je uhlíková stopa uhelné elektrárny 820 g CO<sub>2</sub>/kWh. To při dnešní ceně povolenky 25 Euro/t CO<sub>2</sub> představuje více než 20 Euro/MWh. Pokud by se cena povolenky měla plně promítnout do ceny silové energie (dnes cca 40 Euro/MWh), zásadně zvedne cenu energie z uhelných elektráren. Zdá se tedy, že povolenky splnily svůj úkol a opravdu vedou k odklonu od uhelné energetiky. To například dokládá pokles zájmu o energetické uhlí, který vyvolal prudký pokles jeho ceny.

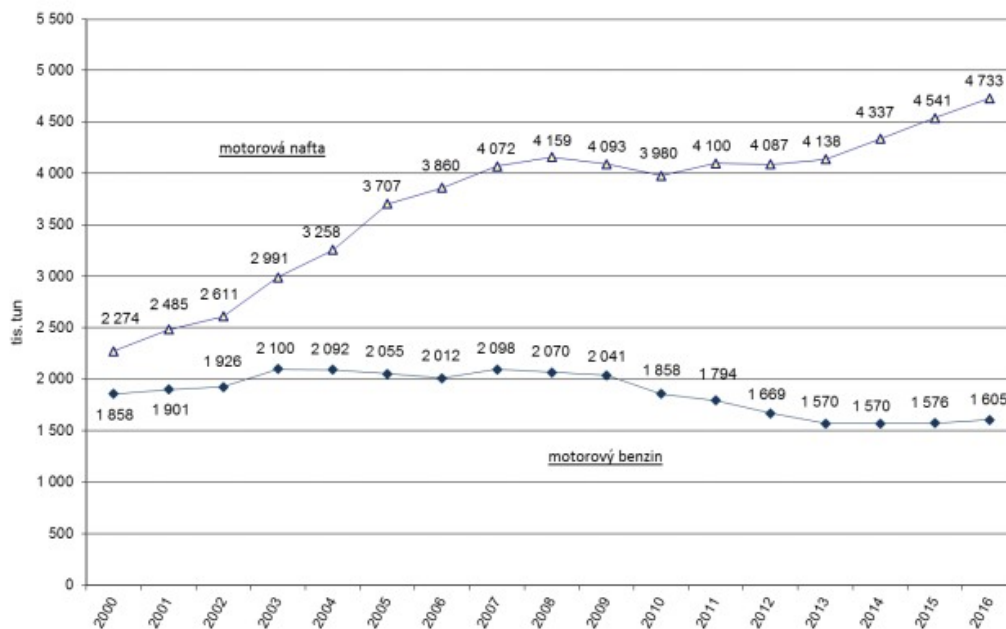


Je však absurdní, že u nás to je významný argument proti zlé EU, odůvodňující další zvyšování ceny energie. Přitom by stačilo mírně omezit export energie a můžeme velkou část uhelných elektráren zavřít. Tak snížíme nejen naši uhlíkovou stopu, náklady na emisní povolenky, ale zejména zmírníme dopady uhelné energetiky na zdraví společnosti i země. Podle studie Centra pro otázky životního prostředí UK jsou externality uhelné energetiky (zdraví lidí i krajiny, sucho ...) zhruba 51 Euro/MWh, tedy podstatně vyšší než cena povolenky.

Dnes se zdá, že se svět odvrací od uhelné energetiky jak z ekonomických, tak z ekologických důvodů. Pokud víme, tak se v ČR nechystá výstavba žádné další uhelné elektrárny a očekáváme, že ty stávající postupně doslouží a budou odstaveny. O to naléhavější je vytváření podmínek pro nasazení efektivnějších a čistých nových technologií.

## ROPA

Do energetického mixu a do energetické bilance země patří i ropa a ropné produkty. Domácí těžba ropy je prakticky zanedbatelná, proto skoro celou spotřebu kryje dovoz. Zhruba 75% ropy spotřebujeme jako paliva do spalovacích motorů, zbytek je letecký petrolej, maziva, asfalt, topné oleje atd.



Vývoj spotřeby nafty a benzínu v ČR

Energetický obsah (výhřevnost) benzínu je cca 12,9 a nafty 11,9 kWh/kg. To znamená, že v těchto palivech ročně spotřebujeme cca 77 TWh energie, tedy poněkud více, než spotřebujeme elektřiny (74 TWh). Připočteme-li i část na maziva atd., tak tento poměr vychází ještě méně výhodný.



Vždyť jen na silniční dopravu spotřebováváme více energie než je celá spotřeba průmyslu, služeb, domácností a zbytku dopravy dohromady!

I cenově je doprava založená na spalování ropných produktů velmi nevýhodná. Vždyť například střední benzínový vůz má spotřebu 6 až 8 l/100 km, tedy 53 až 71 kWh/100 km, což při velkoobchodní ceně bez daně cca. 15 Kč/l je 90 až 120 Kč/100 km. Při ceně s daní 30 Kč/l budou náklady 180 až 240 Kč/100 km.

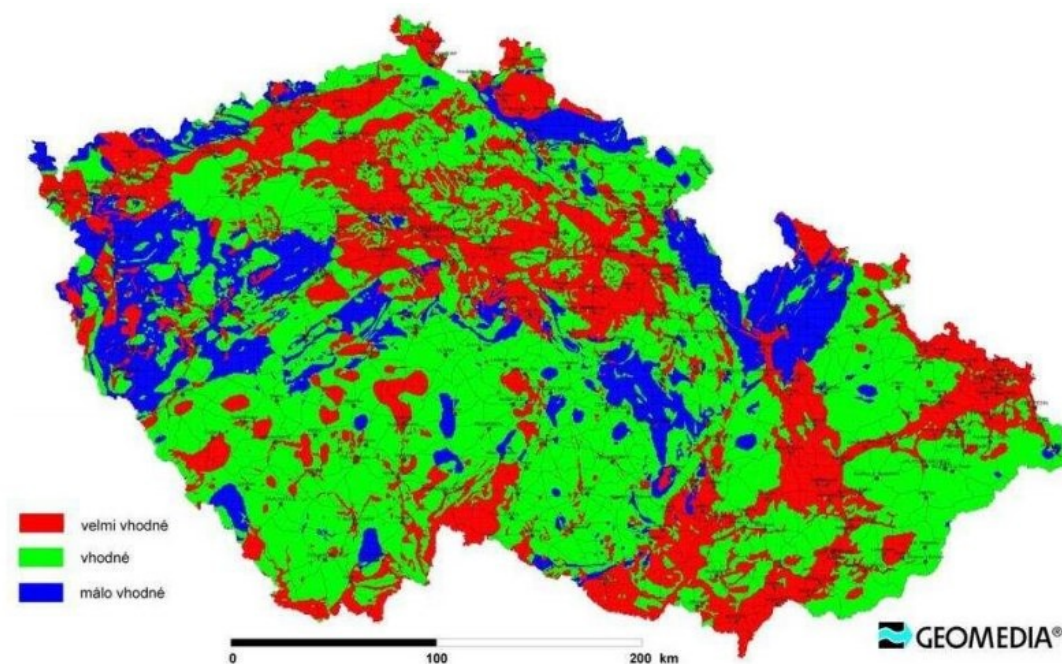
Srovnatelný elektromobil bude mít spotřebu 15 až 18 kWh/100 km, tedy při velkoobchodní ceně bez daně 1,5 Kč/kWh budou náklady 22,5 až 27 Kč/100 km. Při maloobchodní ceně s daní 3 Kč/kWh budou náklady 45 až 54 Kč/100 km.

Jinak řečeno: 1 kWh užitečného výkonu z benzínového motoru nás stojí cca 6 Kč bez daně a 12 Kč s daní. Užitečná energie z benzínu tedy 4x dražší než elektrická energie.

Další problém je v tom, že ropu máme skoro výhradně z dovozu. Ročně dovážíme cca. 10 mld. litrů. Cena kolísá v závislosti na náladě trhu a politické situaci, tedy v podstatě nepředvídatelně, od 3,5 po 15 Kč/l. To znamená, že náš import kolísá mezi 35 až 150 mld. Kč/rok. Tím zásadně ovlivňuje naši celkovou obchodní bilanci, tedy i stav celé ekonomiky.

### ... ATD.

Možných zdrojů energie existuje mnohem víc. Většinou však nemají v podmínkách ČR velký význam (např. přílivové elektrárny). Technologie se však vyvíjejí a otevírají nové postupy a možnosti. V budoucnu by se například i u nás mohla uplatnit geotermální energie. V současnosti je problém v tom, že vybudovat potřebné vrty je příliš pomalé a drahé. Slovenská firma GA Drilling však již několik let vyvíjí vrtání na novém principu (pálení plazmou), které jej výrazně zrychlí a zlevní. To by i v našich podmínkách umožnilo využívání geotermální energie.



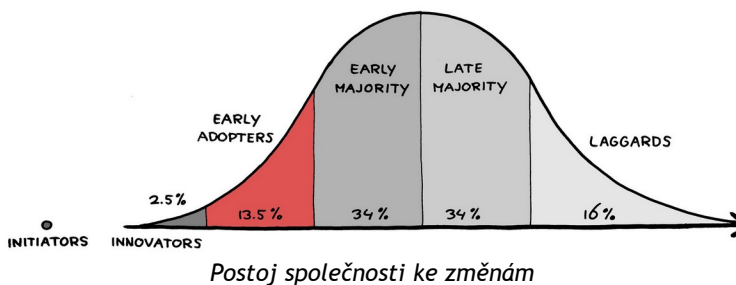
Potenciál geotermální energie v ČR



# ELEKTROMOBILITA STARTUJE ZMĚNU

Předchozí kapitoly snad ukázaly výhody, které nám mohou nové technologie přinést. Ukázaly však také úkoly a komplikace, které nás na cestě za levnou, čistou a trvale udržitelnou energetikou očekávají. Dnes je zřejmé, že velká část potřebných nových technologií je již natolik zralá, že může konkurovat těm konvenčním i bez dotací či státních intervencí. Pokud si uvědomíme i v nich skrytý potenciál budoucího vývoje, vznikne vize propojující možnosti řady oborů a vedoucí ke skvělé budoucnosti lidstva. Když se ale z tohoto snu probudíme, spatříme zcela jinou realitu.

Pro laickou veřejnost i pro politiky jsou naše vize příliš složité, abstraktní a vzdálené. Vždyť je většinou zajímají jen příští výplata a příští volby. Proto je obtížné prosadit změny, které vyžadují změnu myšlení a zaběhlých zvyklostí. Společnost však naštěstí není homogenní dav. Je v ní i část, která se zajímá o technologický vývoj a ráda zkouší nové možnosti (inovátoři a časní osvojitelé, čili „early adopters“). Při prosazování změn se tedy musíme zaměřit na tu část společnosti, která změny přijme snadněji a jejich příklad následně (snad) přesvědčí i zbytek společnosti.



Při zavádění nových technologií, které budou zasahovat do více oborů a mají výrazně měnit společnost je situace komplikovaná i tím, že iniciátoři neřeší jen samotné technologie, ale musí svůj postup harmonizovat s reakcí společnosti a chováním uživatelů. Potřebují tedy „pilotní projekt“, který s malou částí populace „vyladí“ nové postupy dříve, než s nimi osloví širokou veřejnost.

Pro zavádění „Energetiky 2.0“ mohou být vhodnou skupinou „testerů“ elektromobilisté. Dnes je jich jen několik tisíc. Případné komplikace tedy zkomplikují život jen malé části populace a neohrozí chod celé společnosti. Přitom jsou časnými osvojiteli důležité technologie, která úzce souvisí s novým konceptem energetiky. Výhodou je i to, že velká část elektromobilistů je technicky vzdělaná a silně motivovaná spolupracovat na řešení případných problémů. Proto se elektromobilita může stát iniciátorem potřebných změn i v energetice.

Pokusme se tedy zamyslet nad tím, jak by potřebné změny mohly probíhat.

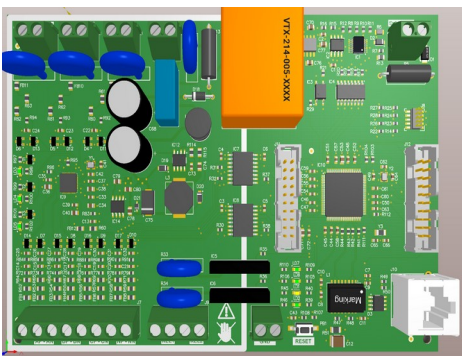
# NABÍJECÍ INFRASTRUKTURA

Každý automobil potřebuje ke své funkci energii. U spalovacích vozů to jsou obvykle uhlovodíková paliva, která čerpáme u palivových pump. U elektromobilu to je elektrina, kterou ukládáme do jeho baterie dvěma možnými postupy:

- AC - domácí zásuvky a wallboxy  
Využívají palubní nabíječku připojenou k elektrické síti standardem Mennekes Type 2. Pokročilé elektromobily mají výkon nabíječky 11 až 44 kW a některé umožňují jak energii ze sítě ukládat do baterie, tak z baterie posílat do sítě. Rychlost nabíjení 50 až 300 km/hod. (dle typu vozu a dostupného příkonu).
- DC - rychlonabíječky  
Elektronika nabíječky je v nabíjecím stojanu. Výkon 50 až 350 kW, rychlost nabíjení 200 až 3 500 km/hod.

## WALLBOXY

Laická veřejnost mechanicky přenáší dnešní zvyklosti do představ o elektromobilitě. Proto se domnívá, že elektromobil musí dojet k nabíjecí stanici podobně jako spalovací vůz k benzínové pumpě, a zde dlouze čekat na jeho nabití. Realita je zcela jiná. Každý elektromobil potřebuje svou domácí zásuvku. Potom stačí přijet domů, zastrčit kabel a spustit nabíjení. Ráno sedáme do nabitého a vytopeného vozu, pro energii nemusíme nikam jezdit, doteče k nám sama. Rychlonabíjení, tedy postup podobný čerpání paliva na pumpě, využíváme jen na dlouhých cestách, které přesahují dojezd vozu.



*Celá chytrost wallboxu je soustředěna na destičce velikosti malé pohlednice*

Pomalé celonoční nabíjení je výhodné nejen proto, že šetří baterii, je pohodlné a levné, ale i proto, že může být součástí chytré domácnosti a pomáhá vyrovnávat energetickou síť. Zkušenosti elektromobilisté vědí, že z domácí zásuvky nabíjejí 80 až 90% potřebné energie. Někteří dokonce tvrdí, že elektromobil bez domácí zásuvky je těžká sexuální úchylnka zvaná masochismus.

Problém však mají ti, kteří bydlí v bytových domech. Ti si nemohou jen jednoduše nainstalovat zásuvku k plotu svého domu, což dnes zásadně limituje rozvoj elektromobility.

Musíme tedy hledat jiné řešení. Tím je veřejně sdílená zásuvka s trochou chytré elektroniky - veřejně sdílený chytrý wallbox. Protože jde o veřejně prospěšné zařízení, měly by mu místní autority vyjít vstříc a instalaci bez zbytečných komplikací povolit. Vždyť jde o podobně prospěšný čin jako umístění odpadkového koše či lavičky, který přispěje k čistotě a pohodlí místa. Přitom plní dvě funkce: Jednak je náhradou domácí zásuvky, ale také umožní nabíjení elektromobilistům na cestě. Zřízení wallboxu se kromě elektromobilistů mohou také ujmout:

- Obchodníci a obchodní centra - Během nabíjení si nakoupím
- Restaurace a kavárny - Během nabíjení se najím či vypiji kávu
- Zaměstnavatelé - Výhodný bonus pro zaměstnance
- Obce a města - Podpora čisté dopravy, pohodlí obyvatel, prvek „chytrého města“
- Úřady a instituce - Vzor pro ostatní, podpora návštěvníků i zaměstnanců



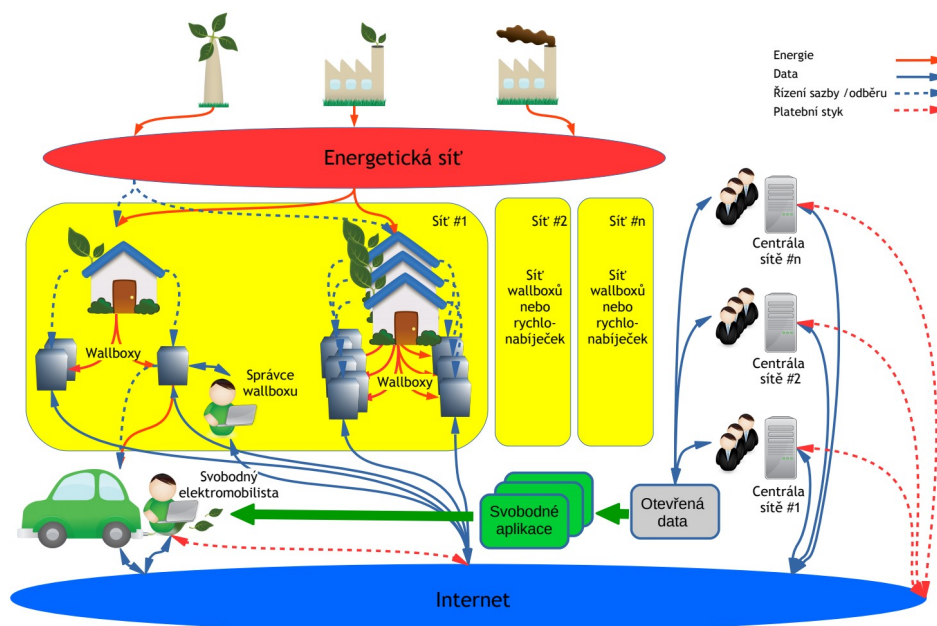
*Wallbox je nenápadná skříňka velikosti tlusté knihy*

- Distributoři energie - Podnikatelská příležitost, podpora regulace sítě

• ...

Každý wallbox může také přinést mírný výtěžek svému majiteli, přitom zlepšuje jeho image, protože představuje pokrokové a ekologické řešení. Síť wallboxů lze budovat „zdola“, tedy levně a efektivně pokrýt skutečné potřeby a plně využít místních možností a výhod. Cílově by mělo být wallboxů alespoň stejně, nebo více než elektromobilů. Z wallboxů by se mělo stát stejně samozřejmé vybavení veřejných prostor, jakým je veřejné osvětlení či odpadkové koše.

Při budování a provozu chytrých wallboxů však dnes narážíme na řadu problémů. Jde totiž o nový prvek ve veřejném prostoru, který navíc vyžaduje změnu některých našich zvyklostí a představ.



Principiální schéma chytré nabíjecí infrastruktury

### Přímé připojení Wallboxu k síti

V mnoha případech bude výhodné, aby byl wallbox připojen přímo k síti jako samostatné místo odběru. Tak půjde využít výhodná místa, zjednodušit výkopové práce, usnadnit zřizování a přístup, zlevnit instalaci atd.

Dnes obvyklá instalace by asi vyžadovala umístění hlavního jističe a elektroměru do skříňky wallboxu. Chytřejší by bylo, aby wallbox fungoval jako elektroměr a data posílal jak svému serveru, tak serveru distributora. To je však podmíněno dohodou s distributorem, kterému toto řešení usnadní provoz a připraví jej na racionalizaci celé sítě. Wallbox také musí mít pozhelnání Českého metrologického institutu.

### Obousměrný provoz

Moderní baterie mají životnost až 5 tis. cyklů a chemickou stabilitu max. 20 let. To při dnes běžném dojezdu 300 km představuje 1,5 mil. km. Nájezd osobního auta v ČR je cca 10 tis. km/rok. To znamená, že bychom cykly vyčerpali za 150 let. Má tedy smysl využít baterii elektromobilu i pro další účely.

Dnes již existují elektromobily, jejichž palubní nabíječky umožňují jak ukládání energie ze sítě do baterie, tak z baterie do sítě. Obousměrná nabíječka může zachránit ztroskotaného kolegu, který zůstal na cestě s prázdnou baterií. Poslouží tedy podobně, jako kanystr s benzinem u spalovacích vozů. Elektromobil s obousměrnou nabíječkou je vlastně jakousi pojízdnou nádobou na energii. Může tedy energii dovést k energetickému ostrůvku kde se jí právě nedostává, může zachraňovat lokální výpadky sítě, či sloužit jako UPS pro celou domácnost.

Hlavně však může sloužit k aktivnímu vyrovnávání sítě. Při přebytku energie, tedy nízké sazbě nabíjím, při nedostatku, tedy při vysoké sazbě posiluji síť a vydělávám. Elektromobil se tak vlastně stává analogií malé přečerpávací elektrárny.

Pro toto nasazení wallbox musí umět rozlišit, zda nabíjí či posiluje síť a server musí vést bilanci nákup/prodej. V tomto účtování by měl být schopen počítat s dynamicky proměnnou sazbou, případně vést elektronickou dražbu.

Dnešní vztah distributor/spotřebitel s těmito možnostmi nepočítá. Někteří distributoři sice již umožňují přebytky z fotovoltaiky pouštět do sítě, ale současná pravidla, jsou pro spotřebitele velmi nevýhodná. Tento problém se dnes velmi diskutuje, vzniká tlak na distributory i politiky.

### **Spolupráce s DC nabíječkami**

Z pohledu elektromobilisty bude výhodné, aby všechny wallboxy i DC nabíječky byly na jedné mapě a užívaly stejnou aplikaci v mobilu. Jen tak bude možné pohodlně plánovat cestu s ohledem na nabíjení, jednoduše navigovat, účtovat atd.

Spolupráce obou systémů může být založena na komunikačních standardech a otevřených datech. Potíž spočívá v tom, že velká část dnešních rychlonabíječek s těmito standardy není slučitelná (vendor lock-in). Potom by asi bylo možné připojit elektroniku wallboxu na AC přívod DC nabíječky a tak zajistit potřebné funkce. Pro toto nasazení bude třeba dimenzovat měřící toroidy na větší proud a upravit FW. Racionálnější by však jistě bylo otevřít řešení tak, aby všechny rychlonabíječky podporovaly otevřené standardy a poskytovaly otevřená data. Tak by se začlenily do jednotné nabíjecí sítě.

### **Zřízení chytrého wallboxu**

- Veřejně sdílený wallbox je veřejně prospěšný  
Centrální i místní autority by tedy měly jejich instalaci podporovat, případně iniciovat. Tato povinnost by měla být vyjádřena vhodnými obecně platnými předpisy, které zabrání zbytečným formálním komplikacím.
- Síť wallboxů lze budovat „zdola“  
Wallbox může zřídit sám elektromobilista, obec, obchodní centrum, hospoda, spolek atd. Ti nejlépe vědí co a kde je potřeba, nepotřebují čekat na nějaký centrální plán či úřední pokyn, mohou jednat sami.
- Wallbox není stavbou  
Malá krabička na okraji parkoviště či ulice je analogií odpadkového koše či lavičky. Nemá smysl jeho zřízení komplikovat zbytečnými formalitami.
- U wallboxu musí být místo pro nabíjený vůz  
Bude-li parkovací místo u wallboxu zablokováno spalovacím vozem, nemůže být wallbox použit k nabíjení. Proto musí být označeno značkou „Zákaz zastavení“ s doplňkovou cedulkou „Neplatí pro elektromobily“. Efektivnější by bylo zavést obecné pravidlo, že se u wallboxu neparkuje, ale pouze nabíjí. Tedy pravidlo podobné tomu, že se neparkuje před vjezdem do domu či na křižovatce.
- Přístupnost wallboxu je veřejný zájem  
Wallbox může detekovat neoprávněné parkování na místě pro nabíjení a vyvolat alarm. Musí být povinností policie zasáhnout a viníka potrestat.
- Wallbox jako samostatná přípojka  
V mnoha případech je potřeba zřídit wallbox v místech, která nesousedí s pozemkem, na kterém má zřizovatel svůj elektroměr. Potom je třeba, aby distributor měl povinnost jej připojit jako samostatné přípojné místo.
- Otevřená data  
Wallbox bude veřejně prospěšný jen tehdy, bude-li možné, aby jej využil kterýkoliv elektromobilista kteroukoliv standardní aplikací (mapou) podobně, jako si můžeme kterýmkoliv webovým prohlížečem otevřít kterékoliv webové stránky. Wallbox tedy musí s elektromobilem,



elektrickou sítí, uživatelem, správcem i distributorem energie komunikovat standardizovaným postupem a sdílet otevřená data podobně jako je sdílejí webové servery. Dnes půjde zejména o tyto standardy:

- IEC 62196 Type 2 tzv. Mennekes
- OCPP 2.0
- MODBUS TCP

Použité standardy bude třeba postupně doplňovat a zdokonalovat tak, jak si to vyžádají potřeby společnosti a umožní vývoj technologií. Open Charge Alliance, která definuje standardy pro nabíjení, tedy bude fungovat podobně, jako W3C, která určuje webové standardy.

Nedodržování těchto standardů by vedlo k rozpadu infrastruktury na mnoho různých, navzájem neslučitelných, firemních či obchodních sítí, sítěk a sítěček (vendor lock-in). Elektromobilisté by tedy museli v chytrém telefonu mít nainstalovány desítky aplikací, případně mít plnou kapsu různých karet, čipů a čípků. To by jistě nebylo ani pohodlné, ani levné. Také by takové řešení velmi komplikovalo spolupráci elektromobility s energetikou. Proto by wallboxy, které nespĺňují otevřené standardy a neposkytují otevřená data, neměly být považovány za „opravdové“ a tedy by pro ně neměly platit výhody, které budou mít wallboxy, které standardům odpovídají.

• ...

Je tedy zřejmé, že efektivnímu rozvoji elektromobilní infrastruktury více pomůže odstranění formálních bariér a komplikací, než masivní dotace.

### Provoz chytrého wallboxu

- Nabíjení není distribucí energie  
Distribuce energie je licencované podnikání. Rigidní výklad tohoto pravidla by mohl zcela zablokovat rozvoj elektromobility.
- Vlastnictví wallboxu není podnikání  
Provozování wallboxu je veřejně prospěšné, ale přináší jen nepatrný profit. Komplikovat jeho provoz zbytečnými formalitami by bylo kontraproduktivní. Případné danění může zajistit server sítě.
- Náhrada spotřební daně z paliva  
Část laické veřejnosti pořád jen mechanicky přenáší dnešní zvyklosti do nových poměrů. Proto občas narazíme na představu, že by nabíjení elektromobilů mělo být také zatíženo spotřební daní tak, jako benzín či nafta. Pokud by měl elektromobil přispět k financování silnic stejně, jako spalovací vůz, musela by daň být cca 200% ceny energie. Pokud by takto byly daně jen nabíječky, půjde daň snadno obejít. Pokud by takto měla být daněna veškerá energie, daň zcela zdeformuje celou ekonomiku.

Řešením může být krabička s GPS, podobná krabičce kterou zpoplatňujeme kamiony. Tou můžeme zpoplatnit využití dopravní cesty a detailně regulovat provoz (váha vozidla, lokální exhalace a hluk, momentální zatížení cesty, denní doba, rezident / projíždějící, parkování ...).

Tak půjde nejen dynamicky optimalizovat využití dopravní cesty, ale zejména změnit dnešní složité financování dopravní cesty plošnými daněmi a různými poplatky na jednoduchou a jasnou platbu za užití dopravní cesty. To by významně snížilo plošné daně a zdražilo dopravu, tedy optimalizovalo celou ekonomiku. Kromě toho může tato krabička plnit řadu dalších funkcí (tachograf, pokutomat, digitální svědek ...)

• ...

### Vyrovnávání sítě

Efektivita provozu elektromobilu úzce souvisí s energetikou. Pokud budou vzájemné vztahy obou oborů nastaveny chytře, mohou elektromobily vyrovnávat zatížení sítě, případně síť posilovat. Chytrá implementace wallboxů otevře cestu k alternativní energetice (fotovoltaika, vítr ...) atd. Výsledkem může být dostatek levné a čisté energie a vysoká bezpečnost i spolehlivost decentralizované chytré sítě.



Hloupé či rigidní uplatňování starých představ a pravidel však může energetiku velmi zkomplikovat a vyžádat si značné investice. Proto musíme zvážit alespoň tyto možnosti:

- Pasivní vyrovnávání sítě

Osobní vůz v ČR ujede v průměru méně než 10 tis. km/rok, tedy méně než 30 km/den. To znamená, že každý den cca 23,5 hodiny někde stojí a potřebuje nabít cca 5 kWh. Pokud bude každý elektromobil během parkování připojen k chytrému wallboxu, může nabíjet malým proudem v době, kdy je v síti přebytek výkonu a tak vyrovnávat zatížení sítě.

Aby byl tento postup skutečně efektivní, musí nadřazený energetický uzel sdělit wallboxu, jaké je momentální zatížení sítě. Ideální by bylo, aby mezi jednotlivými uzly probíhala trvalá dražba v reálném čase, která by mohla zajistit optimální režim sítě i v poslední uličce každé vesnice. Při plné penetraci elektromobility a současném provozu by nabíjení mohlo právě vyrovnat noční pokles spotřeby. Tento postup si však vyžádá zcela nová pravidla distribuce energie. To bude zásadní problém!

- Aktivní vyrovnávání sítě

Dnes již existují elektromobily, jejichž palubní nabíječka je schopná jak energii ze sítě ukládat do baterie, tak energii z baterie dodávat do sítě. Jsou tedy analogií malých přečerpávacích elektráren či počítačových záložních zdrojů (UPS). Dnešní baterie mají životnost až 5 tis. cyklů a 10 až 20 let. To při dojezdu 400 km představuje 2 mil. km což je ale 200 roků typického využití osobního automobilu v ČR.

Proto má smysl využít baterii i k aktivnímu vyrovnávání sítě. Elektromobil může v době přebytku energie v síti, tedy v době, kdy je energie levná, nabíjet a v době nedostatku prodávat za vyšší cenu, a tak vydělávat. To nejen dále zlepšit vyrovnávání sítě, ale i její bezpečnost a stabilitu. Při plné penetraci elektromobility by baterie elektromobilů mohly pokrýt celou spotřebu ČR na cca 24 hodin.

Wallbox tedy musí umožnit dodávání energie z elektromobilu do sítě, rozhodovat zda v elektronické dražbě koupit či prodat a vést bilanci nákup /prodej. Tento postup si však vyžádá další změny pravidel distribuce energie, což bude další problém!

- Podpora alternativních zdrojů

Technologie alternativních zdrojů energie (fotovoltaika, vítr ...) již pokročily natolik, že mohou cenově konkurovat klasickým zdrojům (uhlí, jádro ...). Problém je ale v tom, že slunce svítí jen ve dne a občas je zakryto mraky a vítr také pořád nefouká. Proto musíme spojit alternativní zdroje s akumulací. To, spolu s aktivním vyrovnáváním sítě umožní výraznou decentralizaci energetiky, posílí stabilitu a bezpečnost sítě, sníží znečištění atd.

Wallbox tedy musí být schopen připojit elektromobil k místním alternativním zdrojům a spolupracovat na akumulaci. Na té se mohou podílet i opotřebované baterie z elektromobilů a vše by měla řídit technologie podobná wallboxu. Těmto postupům však musíme přizpůsobit pravidla distribuce energie, což bude problém.

- Chytrý dům, chytré město

Kombinací popsaných technologií tedy můžeme racionalizovat spotřebu i výrobu energie. Vše můžeme propojit do větších celků. Například v domácnosti můžeme řídit nejen spotřebu nabíječky elektromobilu, ale na dobu s přebytkem energie můžeme odložit spuštění některých spotřebičů (pračka, myčka, ohřev vody, topení ...). Vše půjde automaticky optimalizovat, monitorovat a účtovat postupy podobnými postupům pro řízení wallboxů. Takové řízení půjde postupně rozšířit na celý dům či město. Později můžeme dokonce dojít k opravdové chytrosti tím, že do rozhodování zapojíme prvky umělé inteligence. Program se bude postupně učit chování sítě a naše zvyklosti. Potom může vše sladit do harmonického celku.

- ...

Již dnes tedy víme, že efektivní implementace elektromobility do života společnosti si vyžádá budování husté sítě wallboxů. To vše vyvolá nejen výrazné změny mnoha postupů a zvyklostí, ale zejména změni

postavení mnoha mocných oborů. Petrolejáři ztratí odbyt, automobilky budou muset opustit zavedené technologie, energetici se budou muset chovat slušně a racionálně atd.

Je zřejmé, že to vyvolá silný odpor ohrožených oborů, ze kterého vznikne i vlna politické a úřednické „kreativity“ (zvuče) k zastavení, či alespoň zpomalení potřebných změn. Naštěstí půjde jednotlivé problémy řešit postupně, krok za krokem. Úspěšní však můžeme být jen tehdy, pokud se nám podaří vysvětlit veřejnosti význam a výhody nových technologií.

Potíž bude i v tom, že provoz wallboxu nemůže být příliš lukrativním podnikáním. Vždyť wallboxy si budou navzájem silně konkurovat a konkurencí budou i domácí zásuvky. Proto odhadujeme nejvyšší dosažitelnou marži za nabíjení 1 Kč/kWh a při obousměrném provozu 0,5 Kč/kWh/cyklus. Proto majitelé wallboxů jistě nebudou schopni vytvořit mocenskou protiváhu proti tlaku ohrožených oborů. Budou muset provoz wallboxu chápat spíše jako usnadnění svého života s elektromobilem či službu svým kolegům a spoluobčanům.

### **Chytrý wallbox**

#### *Standardní nabíjení*

Investice - elektronika + instalace [Kč]	50 000
Denní využití [kWh]	10
Marže majitel [Kč/kWh]	0,8
Marže server [Kč/kWh]	0,2
Roční příjem majitele	2 920
Návratnost investice [roků]	17
Financování serveru [Kč/rok]	730

#### *Obousměrné využití wallboxu*

Investice - elektronika + instalace [Kč]	50 000
Denní obousměrné využití [kWh]	30
Marže majitel [Kč/kWh]	0,3
Marže server [Kč/kWh]	0,2
Roční příjem majitele	3 285
Návratnost investice [roků]	15
Financování serveru [Kč/rok]	2 190

#### **Poznámky:**

- *Výsledná cena bude záviset na okamžité ceně energie od distributora + náklady na provoz wallboxu. Těmi mohou být:*
  - *Fixní platby distributorovi*
  - *Náklady na datové připojení*
  - *Náklady na parkovací místo*

*Výsledná cena by měla být pro rezidenta („majitele“) srovnatelná s běžnou maloobchodní cenou energie. Pro projíždějícího („návštěvníka“) může být poněkud vyšší (například o poplatek za parkování).*

- *Obousměrné využití wallboxu bude zpočátku jen výjimečné, později bude častější*
- *Pro provoz wallboxu je nezbytné digitální zázemí (server sítě), které zajišťuje zobrazování na mapě, účtování, platby, hot-line atd. Proto část marže z nabíjení musí financovat tyto služby. Předpokládáme, že se vzrůstajícím počtem wallboxů a intenzitou nabíjení bude platba Kč/kWh postupně klesat.*
- *Výsledná cena pro projíždějícího by měla být pod 5 Kč/kWh, pro rezidenta při celonočním nabíjení max. 3,5 Kč/kWh. Při vyšších cenách ztrácí elektromobilita svou největší praktickou výhodu, kterou jsou nízké provozní náklady.*

## RYCHLONABÍJEČKY

Na dlouhých cestách, které přesahují dojezd elektromobilu, nebo v situaci, kdy nemáme dostupný wallbox, musíme využít rychlonabíjení. Rychlonabíjecí stanice jsou obdobou benzínových pump. Jen místo stojanů s hadicemi jsou stojany s kabely a místo velkých podzemních nádrží je velký transformátor. Rychlonabíječka sice nepotřebuje obsluhu a pokladnu, protože se o vše postará její chytrost, ale měla by mít zázemí pro elektromobilisty (WC, občerstvení, WiFi Free atd.). Výhodou také je, že k rychlonabíječkám nemusí jezdit cisterny, ale že k nim energie doteče sama.

Cílově by rychlonabíječek mělo být zhruba tolik, kolik je dnes benzínových pump. Nabíjení sice trvá déle než natočení benzínu, ale elektromobilisté většinou nabíjejí z domácí zásuvky a rychlonabíjení používají jen na dlouhých cestách. Zato by měly mít výrazně vyšší výkon, než dnes obvyklých 50 kW. Vždyť pokud elektromobily budou mít „opravdovou“ palubní nabíječku alespoň 22 kW (nejlépe obousměrnou), dají přednost snadněji dostupnému wallboxu a nebudou se obtěžovat hledáním rychlonabíječky.

Dnes existují rychlonabíječky s výkonem 350 kW. Na nich nabijeme např. 50 kWh do velkého auta (200 až 300 km) za méně než 10 minut. To sotva stačí pro použití WC, už ani nezbude čas na občerstvení či vyřízení telefonátů a mailů. Proto, v cílovém stavu, nehrozí fronty na nabíjení, kterými nás dnes straší odpůrci elektromobility. Frontám lze také snadno předejít tím, že mapa nabíječek ukazuje jejich obsazenost a stav v reálném čase. Proto si půjde na mapě v chytrém mobilu vybrat volnou nabíječku, případně zamluvit čas nabíjení. O vše se automaticky postarají jednoduché programy.

Dnešní benzínové pumpy mají příležitost se připravit na příchod elektromobility tím, že vedle čerpacích stojanů začnou stavět rychlonabíječky. Mají výhodu v tom, že již mají pozemek, stavbu, stání, zázemí atd. Jsou tedy ve výhodnějším postavení než ti, kteří budou začínat od samého počátku. Výhodou bude i to, že po plné penetraci elektromobility nebudou krajinu hyzdit brownfieldy zaniklých benzínových pump. Problém ale bude asi v tom, že jim budou konkurovat ostatní rychlonabíječky a chytré wallboxy. Proto si nebudou moci účtovat takové zisky, na jaké jsou zvyklí při prodeji nafty a benzínu.



*Rychlonabíjecí stanice připomíná benzínovou pumpu*

Je však i mnoho dalších možností, jak výhodně instalovat rychlonabíječky. Vždyť každá obec, každé sídliště či větší firma mají svůj přívod a transformátor vysokého napětí. Ten musí být dimenzován na nejvyšší odběr. K tomu však dochází jen několik hodin ročně. Po zbytek času tedy má rezervu výkonu, kterou lze využít k nabíjení. Maximální výkon nabíječky určuje řídicí elektronika. Stačí tedy doplnit transformátor o trochu elektroniky, která nabíječce řekne, kolik výkonu jí může v tomto okamžiku poskytnout a výsledek publikovat na mapě nabíjení. Tak půjde optimálně využít dostupného výkonu a přitom vyloučit přetížení transformátoru a jeho přívodu. Stačí poblíž transformátoru postavit rychlonabíjecí stojan a propojit jej s transformátorem.

## Rychlonabíječka

### Využití existujícího transformátoru

1 x DC stojan 100 kW + instalace [Kč]	500 000
Denní využití [kWh]	500
Marže majitel [Kč/kWh]	2
Marže server [Kč/kWh]	0,2
Roční příjem majitele [Kč]	365 000
Návratnost investice [roků]	1,37
Financování serveru [Kč/rok]	36 500

### Využití existující benzinové pumpy

Linka VN + transformátor VN/NN [Kč]	10 000 000
10 x DC stojan 150 kW + instalace [Kč]	5 000 000
Denní využití [kWh]	8 000
Marže majitel [Kč/kWh]	2
Marže server [Kč/kWh]	0,2
Roční příjem majitele [Kč]	5 840 000
Návratnost investice [roků]	2,57
Financování serveru [Kč/rok]	584 000

### Stavba na zelené louce

Pozemek + stavby [Kč]	15 000 000
Linka VN + transformátor VN/NN [Kč]	15 000 000
10 x DC stojan 150 kW + instalace [Kč]	5 000 000
Denní využití [kWh]	8 000
Marže majitel [Kč/kWh]	2
Marže server [Kč/kWh]	0,2
Roční příjem majitele [Kč]	5 840 000
Návratnost investice [roků]	5,99
Financování serveru [Kč/rok]	584 000

### Poznámky:

- *Jde jen o velmi hrubý odhad. Investice budou velmi záležet na ceně VN linky, pozemku, staveb atd. Denní využití zase na lokalitě, penetraci elektromobility a konkurenci.*
- *Je zřejmé, že provoz rychlonabíjecí stanice může být velmi dobrý obchod. Zvyšování penetrace elektromobility může v dohledné budoucnosti výrazně zvýšit tržby a zvyšování konkurence zase bude působit na snižování marže.*
- *Protože je rychlonabíječka připojena k síti VN, měla by dosáhnout na výhodnější sazbu za energii. Výsledná cena tedy může být srovnatelná s maloobchodní cenou. To se však od dnešní reality zásadně liší.*
- *Srovnáme-li dosažitelné příjmy z rychlonabíječky s příjmy z wallboxu je jasné, proč jsou dnes wallboxy na okraji zájmu veřejnosti, i když jsou z celospolečenského pohledu výhodnější.*

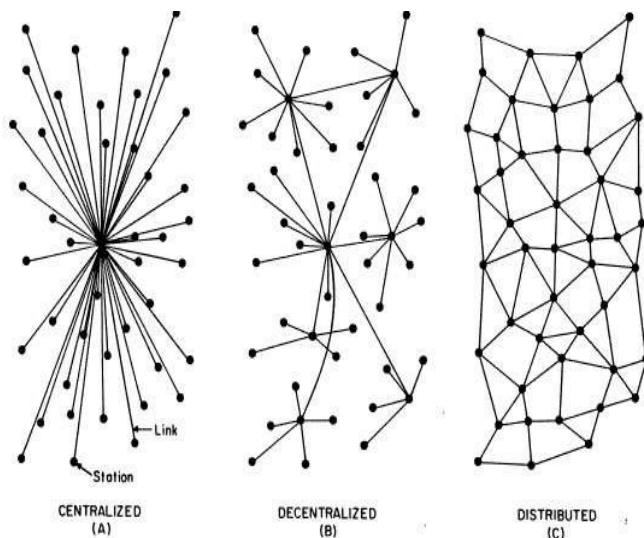
## Rychlonabíječky a energetická síť

Zásadním problémem při budování sítě rychlonabíječek bude zajištění potřebného příkonu. Vždyt' deset stání s rychlonabíječkami 150 kW vyžaduje příkon 1,5 MW, tedy příkon malého města. Proto musí být součástí rychlonabíjecí stanice transformátor a přípojka vysokého napětí. To není ani levné, ani jednoduché.

Zásadní nevýhodou rychlonabíječek je to, že jejich provoz bude vnášet do zatížení energetické sítě silné kolísání. To sice mohou vyrovnávat elektromobily s obousměrnými palubními nabíječkami či fotovoltaika s akumulací, ale jen za cenu zatížení vedení, energetických ztrát a opotřebení baterií. Proto je výhodnější všude, kde to bude možné, preferovat pomalé nabíjení chytrými wallboxy.

# TOPOLOGIE A ŘÍZENÍ SÍTĚ

Výstavba sítě rychlonabíječek je však příležitostí zlepšit topologii energetické sítě a tím zvýšit i její bezpečnost. Akumulace a digitální technologie zase otevírají nové možnosti řízení sítě, které mohou zvýšit její dynamiku a zlepšit využití dostupných zdrojů i přenosových kapacit. Zvýší tedy účinnost,lepší využití investic a sníží cenu.



Možné topologie sítě

Plně centralizovanou síť lze zdánlivě snadno řídit a ovládat. Problém však spočívá v tom, že selhání centrálního uzlu znamená selhání celé sítě. Poněkud bezpečnější je decentralizovaná topologie. U té selhání jednoho uzlu ohrozí jen funkci podřízených uzlů.

Ideální je plně distribuovaná síť. V té selhání jakéhokoliv uzlu neohrozí funkci ostatních a selhání kterékoliv linky nemá vliv na funkci celku, jen přeměruje tok energie i dat. Aby tato funkčnost byla opravdu zajištěná, musí o směrování rozhodovat lokální uzly, žádný centrální uzel neexistuje. V distribuované topologii můžeme organicky propojit síť se silnými linkami a uzly (přenosová soustava) se sítě se slabšími (distribuce) a tak optimalizovat přenosový výkon, náklady a spolehlivost.

Dnešní topologie energetické sítě ČR je kombinací decentralizované a distribuované. Její řízení je však v podstatě centrální. To je velmi daleko od dosažitelného ideálu.

Je zřejmé, že při budování rychlonabíjecích stanic k nim bude třeba přivést linku vysokého napětí. To je příležitost postupně doplňovat síť o další linky, které jí přiblíží plně distribuované topologii. Novou linku potom tedy můžeme považovat nejen za připojení nabíjecí stanice, ale i za posílení sítě a zvýšení její bezpečnosti. Proto by se na jejím financování měl podílet nejen vlastník stanice, ale i distributor.

Hlavním technologickým důvodem centrálního řízení je pomalá reakce výroby energie na změnu zatížení. Například uhelná elektrárna na požadavek zvýšení výkonu reaguje přiložením paliva do kotle. To se však musí rozhořet, ohřát vodu a přeměnit ji v páru a teprve ta může zvýšit výkon turbíny. Přitom je třeba udržet systém sfázovaný, tedy řídit i elektrickou stranu. Celý proces může trvat desítky minut a výkon lze řídit jen v omezeném rozsahu. To sníží účinnost výroby a zvýší zatížení přenosové soustavy. Při větších změnách je třeba využít přečerpávacích elektráren, případně celé bloky najíždět či odstavovat. Proto je řízení sítě velmi složité, vyžaduje předpovídání očekávaných změn, optimalizaci zásahů atd. Donedávna to bylo jediné možné, tedy racionální řešení. Proto měla i centralizace řízení smysl. S centralizací však vznikla i monopolizace sítě, která celou energetiku silně deformuje. Dnes však máme mnohem efektivnější možnosti:

Pokud bude v síti dostatek akumulační kapacity v bateriích malých fotovoltaických elektráren, v elektromobilech atd., může být odezva okamžitá. To znamená, že distribuovaná akumulace nejen zvýší dynamiku sítě, sníží ztráty a odlehčí přenosové soustavě, ale hlavně zjednoduší řízení sítě. To se musí opírat o digitální technologie, které jej mohou zcela automatizovat a tak dále zlevnit.

Koncept řízení chytré sítě se může inspirovat konceptem internetu. Tam posíláme datový balíček z jednoho uzlu do jiného uzlu, který je třeba na druhém konci světa. Balíček tedy často prochází desítkami uzlů (routerů), nesmí zabloudit a musí být doručen co nejrychleji. Jeho směrování řídí jednotlivé uzly, které vyhledávají cestu s co nejkratší reakcí. Tím se balíček vyhne případným „zácpám“, které by jeho cestu zdržely či zcela překazily.

Řízení energetické sítě je výrazně jednodušší, protože je nám lhostejné, který elektron z které elektrárny ke spotřebiči dotekl, ale zajímá nás jen to, aby elektronů bylo právě tolik, kolik jich spotřebič potřebuje. Analogií routerů mohou být chytré elektroměry, tedy destičky podobné elektronice wallboxů. Ty se mohou navzájem „domlouvat“, a tak řídit zatížení sítě. Jednotlivé uzly mohou mezi sebou pořádat nepřetržitou automatickou „dražbu“ v reálném čase. Vysoutěžená cena potom bude v řízení sítě fungovat podobně jako odezva při směrování datových balíčků na internetu. Plná funkce bude však možná jen v plně distribuovaných částech sítě.

V ostatních částech bude jen analogií vícesazbového elektroměru s automatickým ovládním sazby. Ten však může řídit sazbu plynule, v neomezeném rozsahu a reagovat v reálném čase. Tak půjde vyrovnávat síť mnohem citlivěji a rychleji.

Zajímavé bude i to, že takto koncipované řízení může výrazně redukovat byrokracii spojenou s odečítáním elektroměrů, účtováním a platbami. Vždyť řídicí systém vede účet každého uzlu v reálném čase a bankovní systémy dnes již také umí fungovat automaticky. Přitom mají všichni aktéři neustále k dispozici detailní přehled výroby a spotřeby svého uzlu a mohou tedy racionalizovat své chování. Například elektromobilisté mohou odložit nabíjení na dobu s nízkou sazbou, podobně můžeme odložit ohřev vody, praní či vaření velkého kotle guláše.

V ČR je však problém v tom, že celá energetika je v rukou několika velkých distributorů, jejichž sítě se neprolínají, ale vždy pokrývají ucelené území. To prakticky vylučuje konkurenci, deformuje podnikatelské prostředí a ovlivňuje celou ekonomiku (a často i politiku). Při centralizovaném řízení to sice nebylo nutné, ale bylo to zdánlivě výhodné. Přechodem na distribuované řízení tyto argumenty ztratí smysl. Potom bude naopak výhodné tyto monopoly rozdělit na jednotlivé funkční bloky a nastavit mezi nimi standardní konkurenční vztahy. Současně bude třeba uvolnit pravidla pro podnikání s výrobou a distribucí energie. Teprve potom tu budou moci vznikat nové efektivní aktivity, které povedou k celospolečensky prospěšným cílům. Půjde však o zásadní změnu, které se monopolisté budou bránit.



*I z tohoto transformátoru s rozvaděčem, na kraji vesnice, se vložením chytré krabičky a připojením k internetu může stát uzel chytré sítě*



# SYNERGIE

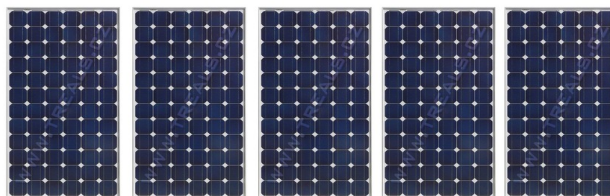
Promýšlíme-li možnosti nových technologií podrobněji, dojdeme k mnoha souvislostem, které spojují obory a staví je do nových vztahů.

## ELEKTROMOBILITA A FOTOVOLTAIKA

Elektromobilisté a provozovatelé malých fotovoltaických elektráren jsou dvě množiny odborníků se silným průnikem. Jedni jsou sice spotřebitelé a druzí výrobci energie, ale používají stejné či podobné technologie (baterie, nabíječky, výkonová elektronika, digitální řízení ...) a řeší i podobné problémy (nabíjení a životnost baterií, cena energie ...). Spojuje je tedy výhodná symbióza.

Většina z nich jsou silně motivovaní odborníci schopní řešit, či alespoň tolerovat, nejrůznější problémy, které při zavádění nových technologií jistě vzniknou. Proto bude výhodné je využít jako testerů pilotního projektu zavádění nových technologií, který vždy musí předcházet jejich masovému nasazení.

Technologické principy, ekonomiku, výhody i formální problémy fotovoltaiky jsme popsali v předchozích kapitolách. Vysvětlili jsme, že nejvýhodnější budou malé instalace pro krytí místních potřeb.



Zhruba 5 čtverečních metrů fotovoltaického panelu pokryje průměrnou spotřebu osobního auta v ČR



Moderní baterie elektromobilu má životnost až 5 000 cyklů to při dojezdu 200 km představuje 1 000 000 km

*Fotovoltaika a elektromobilita spolu harmonují*



*Racionální fotovoltaika nemusí kopírovat choutky solárních baronů*

To znamená, že je mohou budovat občané, malí podnikatelé, obce atd. Ti však potřebují dostatek informací a znalostí, aby pochopili výhodnost takové investice. Současně chtějí mít jistotu, že vše bude fungovat tak, jak jim dodavatel slíbil a že k němu bude distributor korektní. Proto potřebují zdroj



*Běžný fotovoltaický panel  
1x1,7 m, 330Wp*

seriózních informací, kde mohou potřebné informace získat. Tato neinformovanost a nejistota dnes výrazně brzdí rozvoj jak nových technologií v energetice, tak rozvoj elektromobility.

Nejvýhodnější bude referenční webový portál provozovaný vhodnou neutrální autoritou (viz dále). Podobný zdroj informací a referencí potřebují i elektromobilisté. Přitom velká část témat bude společná (baterie, nabíjení, cena energie atd.). Proto by bylo výhodné, aby onen portál byl společný pro obě skupiny a byl součástí pilotního projektu transformace dopravy a energetiky.



*Jinde mohou zase lépe harmonovat takovéto panely*



*Solární panel může vypadat i velmi nenápadně a harmonovat se střechami v okolí*

Referenční web bude důležitý i pro prosazování potřeb obou nových oborů, propojování odborníků a jejich aktivit, vytváření „odborného veřejného mínění“ atd.

Důležité budou také nejruznější testy výrobků, technická i cenová srovnání, nezávislé reference, návody, vzájemné konzultace a doporučení uživatelů atd. Na referenčním webu tak postupně může vzniknout

jakési „zájmové sdružení malé fotovoltaiky“, které spojí provozovatele a bude poskytovat rady jak novým zájemcům, tak členům navzájem. Hlavně však může propagovat fotovoltaiku svými konkrétními zkušenostmi a prosazovat její zájmy a potřeby.

## ENERGETIKA A ZEMĚDĚLSTVÍ

V kapitole o biomase jsme došli nejen k nesmyslnosti řepkových monokultur, ale i k novým širokým možnostem energetického zemědělství. To může harmonicky začlenit širokou škálu energetických rostlin do osevních postupů což povede k návratu různorodé krajiny, zásadnímu omezení eroze a lepšímu zadržování vody v krajině, tedy k trvale udržitelnému a stabilnímu hospodářství.

Racionální využití biomasy má smysl jen v návaznosti na malé kogenerační jednotky (pyrolýza, bioplyn ...). Tím minimalizujeme náklady na transport a skladování. Provozovatelem těchto malých kogeneračních jednotek mohou být jak přímo zemědělci, ale i obce, malí podnikatelé, různá sdružení atd. Podmínkou však je, že musí mít na energetickém trhu stejná práva jako dnešní energetičtí monopolisté. To bude problém!

Teplota vzniklé kogenerací může vytápět blízkou obec, ale může také vyhřívat skleníky, které umožní efektivní pěstování zeleniny a tak dále zvýší prosperitu zemědělství.

## VÝROBA A SPOTŘEBA

První průmyslová revoluce a parní stroj spustily zásadní přerod celé společnosti. Vyvolala nejen překotnou urbanizaci a vysídlování venkova, ale zejména změnila náš vztah k práci. Ze samostatného tvořivého řemeslníka či zemědělce se stala námezdní pracovní síla. Tím se práce redukovala na plnění zadaných úkolů a zanikl přímý vztah mezi prací a odměnou. Zato bylo třeba práci organizovat, dohlížet na plnění zadaných úkolů atd. To posílilo vliv byrokracie, vyvolalo hierarchizaci podniku atd. S růstem velikosti podniku rostly nároky na jeho organizaci rychleji, než jeho produkce, takže dnes v ceně výrobku často představují náklady na byrokracii větší část, než náklady na materiál a práci. Mnohé podniky již prostě přerostly svou optimální velikost. To v mnohém platí i pro dnešní energetické giganty.

Nové technologie tuto situaci naprosto mění, jak dokazují mnohé „garážové firmy“ čili „startupy“. Ty dokáží přeměnit garáž tvořivého vývojáře-podnikatele v efektivní výrobní nejrůznějších zajímavých výrobků, nebo služeb.

*Příklad:*

*Pro malosériovou výrobu i velmi složitých elektronických přístrojů se do garáže vejdou potřebné technologie (osazovačka, pírka, 3D tiskárny, počítače ...), v celkové ceně srovnatelné s cenou lepšího osobního vozu. Vše může fungovat 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, na obsluhu stačí několik pracovníků. Nákup materiálů pro výrobu zařídí několik kliknutí na e-shopech dodavatelů a o odbytu se postará web s e-shopem. Pro rozšíření výroby stačí najmout dvě sousední garáže, objednat vybavení a zaměstnat několik dalších kamarádů. Zhruba za měsíc můžeme výrobu zvýšit na několiknásobek. Podobně lze změnit i výrobu. Stačí do mašinek natáhnout nová data a do výrobních zásobníků vložit jiné komponenty. Během několika hodin začneme vyrábět zcela jiný výrobek. Výroba tedy může pružně reagovat na potřeby trhu, může vyrábět velmi různorodé výrobky a série mohou být od několika desítek, po desítky tisíc kusů.*

*Ještě před 30 lety by podobná výroba zabrala velkou výrobní halu, zaměstnala stovku pracovníků, cena technologického vybavení by byla srovnatelná s celým parkovištěm aut a potřebný příkon byl řádově 1 MW. Vedle výrobní haly by musela stát administrativní budova s ředitelstvím, plánovacím, nákupním a prodejním oddělením, účtárnami atd. Rozšíření výroby musí začít nákupem sousedních pozemků, stavebním řízením a výstavbou nové haly. K rozšíření výroby tedy může dojít až po několika (mnoha) letech. Případná změna výroby si vyžádá několik týdnů až měsíců.*

Pokud dobře známe svůj obor a zamyslíme se nad ním, objevíme množství podobných příležitostí. Vždyť se prudce mění nejen technologie, ale i jejich vztahy s každodenní realitou, což je velká výzva a příležitost pro chytré a podnikavé. Svět tedy může být mnohem různorodější a zajímavější než si dnes umíme představit.

To však znamená, že struktura spotřeby a výroby energie se může velmi rychle měnit jak v čase, tak v prostoru. Současně budou nové technologie otevírat dokonalejší možnosti řízení sítě, prvky umělé inteligence zpřesní prognózování výroby i spotřeby atd. To vše si vynutí změnu dnešního statického centralizovaného konceptu sítě v distribuovaný, chytrý a dynamický. Tomu se energetičtí giganti budou jistě bránit, protože to oslabí jejich dnešní monopolní postavení.

## GLOBALIZACE NEBO LOKALIZACE?

Již od 19. století se vlivem technologického vývoje výrazně mění světový obchod. Pokroky v námořní plavbě, vznik telegrafu a železnice propojily země a kontinenty a tak zpřístupnily nové zdroje i trhy. Tyto nové možnosti zcela změnily nejen obchod či hospodářství, ale celou společnost. Vznikla velkosériová výroba, která velmi zlevnila a zpřístupnila výrobky a vytvořila nové trhy, ale vyžaduje sjednocení výrobků i způsobů jejich prodeje.

Proto si již nepořizujeme sako na míru, ale sako velikosti XXL. Sice nám sedí trochu hůř a je trochu jiné, než jsme si představovali, ale je levnější než sako od krejčího. Přitom vypadá podobně jako sako v módním magazínu a je od firmy, která má v každém čísle onoho magazínu několik celostránkových reklam a na všech televizních kanálech několikrát denně demonstruje svou úžasnost. Proto je podobné nejen sakům kolegů z práce, ale i sakům, které vidíme v televizních reportážích z měst na jiných kontinentech.

Pro výrobce to je velmi výhodné. Může rychle prodat obrovská množství výrobků, a jakmile je trh saturován, změní vzory v reklamě, vznikne nová móda a opět může chrlit další saka, protože z reklamy všichni víme, že gentleman v loňském saku je přece nemožný až odpudivý. Tím výrobce stupňuje nejen svůj odbytu, ale i naše náklady na oblečení, celosvětovou spotřebu surovin a energie, zvětšuje hory odpadu atd.

Stále stoupající náklady na reklamu však cenu saka již zvyšují natolik, že je srovnatelná se sakem na míru od dávného krejčího. Proto je třeba co nejvíce snížit náklady na výrobu. To umožňuje globalizovaná



ekonomika a levná dotovaná doprava. Dnes často bývá ona „slavná“ firma jen držitelem značky a zadavatelem reklamy. Sako navrhne externí designér, látku vyrobí externí firma, která ji pošle na jiný kontinent k nastříhání. Odtud putují polotovary k sešití, dopracování a k dalším specializovaným úkonům v dalších specializovaných firmách. Než se hotové sako dostane do vašeho obchodu, nacestuje tisíce kilometrů a projde desítkami rukou levných dělníků mnoha zemí třetího světa. Na výrobě našeho saka se podílí skoro celá planeta, je tedy globální.

Je tedy otázkou, zda by nebylo výhodnější a mravnější obrátit se na krejčího ze sousedství, a nechat si ušít perfektně padnoucí sako podle vlastních potřeb a představ. Tento posun směrem k lokalizaci umožňují nové technologie. V předchozí kapitole jsme uvedli příklad, jak technologie mohou změnit přístup k výrobě náročné elektroniky. Podobně lze postupovat i v dalších oborech. V budoucnu si jistě i krejčí v naší ulici pořídí podobné mašinky a bude na nich vyrábět saka na míru. Výroba se tak opět stane více lokální. Globálně bude sdílet jen ty technologie, které nemá smysl či nelze lokalizovat (např. výroba integrovaných obvodů).

Na globální cestu se vydali i výrobci a distributoři energie. Ještě dnes to má smysl. Většina energie pochází jen z několika velkých elektráren a řízení sítě je pomalé. Při kolísání odběru je tedy výhodné si občas „vypůjčit“ trochu scházejícího výkonu ze vzdálené elektrárny či poskytnout přebývající výkon vzdálenému spotřebiči. Ztráty v přenosech jsou poměrně malé a čím je síť rozsáhlejší, tím se kolísání spotřeby lépe rozloží mezi více spotřebičů a tak se vyrovnává. Proto má smysl, aby síť byla co největší.

Důležitá je i různorodost chování spotřebitelů. Vždyť kdyby si například všichni spotřebitelé současně zapnuli rychlovarnou konvici na ranní kávu, skokem by vzrostla spotřeba na zhruba dvojnásobek průměrné denní spotřeby. Takový dvouminutový hromadný rituál by síť nemohla přežít. Proto je výhodné, že již nežijeme v době s povinným nástupem celého národa za píchačky v 6:00, ale poněkud svobodněji. Různorodost chování spotřebitelů měly zvýšit i různé sazby za elektřinu, které během dne mění cenu podle předpokládané zátěže. Kreativita distributorů však vytvořila nepřehlednou džungli sazeb, poplatků a předpisů, které směřují více k optimalizaci jejich zisků, než k vyrovnávání sítě.

Nástup obnovitelných zdrojů energie, akumulace, elektromobility atd. situaci zásadně změní. Z pasivních spotřebitelů se stávají aktivní uzly spolupracující na chodu sítě. Proti zhruba desítce dnešních velkých elektráren mohou v blízké budoucnosti stát desítky tisíc malých uzlů, které mohou energii jak vyrábět, tak spotřebovat či akumulovat. Takovým uzlem může být například rodinný domek s fotovoltaikou na střeše a blokem baterií ve sklepě. Může jím však být i elektromobil, nejlépe s obousměrnou palubní nabíječkou využívající chytré wallboxy. Tyto malé energetické uzly mohou být do značné míry soběstačné a budou ovlivňovat zejména své bezprostřední okolí. Stanou se sice součástí globální sítě, ale jejich působení bude zejména lokální.

Předpokládáme, že v našich podmínkách bude nejčastější alternativní technologií výroby fotovoltaika. Ta však v letních měsících vyrábí výrazně více, než v zimě. Přitom spotřeba je v zimě poněkud vyšší, než v létě. Při čistě ostrovní, tedy plně lokální koncepci by fotovoltaika musela být dimenzována tak, aby pokryla celou spotřebu ostrůvku i v nejkratších zimních dnech a akumulace by musela být schopná překlenout i několik dní silně zatažené oblohy. To by znamenalo, že by celé řešení bylo velmi drahé, a přitom v letních měsících by byl ostrůvek značně předdimenzovaný. Efektivita takové investice by tedy byla problematická a návratnost velmi dlouhá.

Výhodnější by bylo kombinovat fotovoltaiku s jinými zdroji energie, například s biomasou, větrem atd. Tak půjde mnohem snadněji překlenout několik extrémních zimních týdnů a snížit nároky na výkon fotovoltaiky i kapacitu akumulace. Využitím specifických vlastností různých technologií tedy zlepšíme jejich efektivitu, a současně zvýšíme bezpečnost a spolehlivost systému. Kombinování různých zdrojů si obvykle vyžádá spolupráci sousedních uzlů. Ostrov se tedy rozrůstá v lokální chytrou síť (viz výše). Spolupráce ostrůvku se sítí tedy zvyšuje jeho efektivitu i bezpečnost. Je zřejmé, že čím bude síť rozsáhlejší a různorodější (jak technologicky, tak majetkově), tím bude efektivnější a bezpečnější. Při rozumných pravidlech spolupráce může vše probíhat automaticky, transparentně a spravedlivě, bez reklamy a manipulace. Postupně by tak měla vzniknout optimální rovnováha mezi lokálním a globálním.

---

# DISTRIBUCE A OBCHOD

---

Již v kapitole zamýšlející se nad mapou jsme zmínili hrubý rozpor mezi velkoobchodní cenou v mapě a cenou na našem účtu. Pokusme se tedy tento rozpor rozebrat podrobněji:

## PODIVNÉ OBCHODY

---

Když si otevřeme stránky <http://www.eru.cz/cs/srovnani-nabidek-elekriny>, zjistíme, že s elektřinou obchoduje zhruba 200 „obchodníků“. Rozdíl v ceně silové elektřiny (bez daní a poplatků) kterou nám nabízejí je až cca 50%. Distribuce, daně a poplatky představují navýšení ceny o dalších cca 50%.

### Dnešní realita

Mezi technologickou realitou a naším účtem za energii dnes leží oceán chytráků a kšeftařů. Ti nám stejnou energii, která k nám doteče stejnými dráty dokáží prodat až za dvojnásobek ceny, za kterou ji prodávají jejich poctivější kolegové. Jsou v tom velmi tvořiví. Vytvořili džungli předpisů, klíčků, sazeb, „výhod“ a „příležitostí“, které mají zakrýt realitu a zákazníkovi zkomplikovat přímé srovnání. Vnutit tuto džungli zákazníkovi však vyžaduje značné úsilí. Je třeba vynakládat obrovské náklady na reklamu, najmout spoustu úředníků a právníků, zajistit „politickou podporu“ atd. Ono však těch několik miliard, o které tito energetičtí mágové dokáží navýšit naše účty, přece za tu trochu úsilí stojí ...

Pěknou ukázkou těchto manipulací je příplatek za „zelenou energii“. Je to neuvěřitelné, ale energetickým mágům se podařilo namluvit veřejnosti, že kdo si připlatí, bude dostávat jen a pouze energii z těch nejčistších obnovitelných zdrojů. Mágové ale nemají nejmenší vliv na to, z jakého zdroje energie k zákazníkovi doteče. V síti nejsou zlé elektrony z uhelných elektráren s černým zadečkem a hodné elektrony se zeleným zadečkem vyrobené z obnovitelných zdrojů. Dokonce ani neexistují filtry, které by elektrony třídily na ty hodné a zlé. Zmanipulovaný laický zákazník má ale dobrý pocit z toho, jak je zodpovědný, když za příplatek nakupuje jen hodné elektrony se zeleným zadečkem.

Úžasná taškařice je ceník „Výše výkupních cen a zelených bonusů“ (<https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/91-vyse-vykupnich-cen-a-zelenych-bonusu>), který rozlišuje několik stovek cen podle druhu zdroje, roku jeho zřízení, druhu provozu atd. Výkupní ceny se pohybují od 0,45 po 16 Kč/kWh. Úředníci nám nutí představu, že některé elektrony mají zlaté zadečky posázené brilianty a jiné jsou tak škaradé, že je nikdo nemůže chtít.

Zvláště odporné jsou praktiky výkupu energie z fotovoltaických zdrojů, případně z akumulace. Čarování s měřeními po fázích a směšně nízké výkupní ceny vedou provozovatele k rezignaci na spolupráci se sítí. Tyto praktiky tedy nevedou k optimalizaci sítě a zmožení jejích zdrojů, ale k udržení neefektivního monopolu distributorů.

Čím více se ponoříme do zkoumání praktik obchodníků, tím více absurdit a zbytečností objevíme. Komoditní burza s elektřinou, podivné umělé poplatky, daně a dotace jsou jen nejviditelnější částí praktik, které krmí tisíce pijavic.

### Poctivá alternativa

V kapitole o topologii a řízení sítě jsme popsali, že lze vytvořit chytrou distribuovanou síť, která se sama řídí a v reálném čase nastavuje optimální využití zdrojů i linek. Taková síť také optimalizuje náklady každého uzlu a vede jeho účetnictví. Potom stačí k takové síti připojit například svou domácnost jako další chytrý uzel chytré sítě. O vše ostatní se postará chytrá síť a neutrální autorita, která dozírá na dodržování pravidel. Tedy žádné poplatky za rezervovaný příkon, náklady na odečítání elektroměrů, reklamu atd. Přitom jednoduchá aplikace v chytrém telefonu či počítači nám umožní sledovat okamžitou spotřebu i její historii a tak optimalizovat své chování a snižovat spotřebu.

Postupným přechodem k plně distribuované síti se distributoři stanou zbytečnými. Energetická síť začne spravovat a řídit sama sebe. Stane se obdobou internetu, který také jako celek nikomu nepatří, řídí se jenom technickými standardy a je velmi odolný vůči poruchám či zlovolným zásahům.

## KOLIK STOJÍ DRÁTY?

Sít' je síť proto, že jednotlivé uzly spotřeby, výroby či akumulace jsou navzájem propojeny „dráty“. Do nákladů na energii tedy musíme započítat i náklady na vybudování potřebných linek a rozveden, jejich údržbu, provoz a opravy.

Pro odhad těchto nákladů si představme vesnickou rozvodnu s transformátorem VN/NN 6 MW, tedy objekt, který lze na místo dovést jediným kamionem. Ten musíme propojit vedením VN s alespoň dvěma sousedními uzly (budujeme distribuovanou síť). Náklady budou zhruba tyto:

### Dráty

#### Rozvodna

Výkon transformátoru [MW]	6
Cena transformátoru s příslušenstvím [Kč]	3 000 000
Životnost transformátoru [roků]	40
Průměrné zatížení transformátoru	25 %
Roční náklady na údržbu [Kč/rok]	100 000
Roční přenos transformátoru na NN [GWh]	13,14
Odpisy transformátoru [Kč/kWh]	0,006
Náklady na údržbu [Kč/kWh]	0,008

#### Vedení

Přenosová kapacita vedení [MW]	12
Cena vedení [Kč]	100 000 000
Životnost vedení [roků]	40
Průměrné zatížení vedení	60 %
Roční náklady na údržbu [Kč/rok]	1 000 000
Roční přenos [GWh]	63,072
Odpisy vedení [Kč/kWh]	0,040
Náklady na údržbu [Kč/kWh]	0,016

Průměrný počet úseků ke zdroji	5
Náklady na vedení celkem [Kč/kW]	0,277
Náklady na rozvodnu [Kč/kWh]	0,013
Náklady celkem [Kč/kWh]	0,291

### Poznámky:

- *Cena vedení bude velmi záviset na místních podmínkách. Ve městě může být výrazně nižší, na vzdáleném venkově i mírně vyšší.*
- *Vedení nejen zásobuje transformátor, ale zejména propojuje další uzly, proto musí být jeho kapacita podstatně vyšší, než kapacita transformátoru. I jeho průměrné zatížení bude vyšší, než průměrné zatížení transformátoru, tedy spotřeba místního uzlu.*
- *V síti budou i výrazně silnější vedení. Náklady na jejich pořízení budou sice vyšší, ale budou se rozpočítávat na výrazně vyšší přenosovou kapacitu. Proto bude cena za přenesenou kWh stejná, nebo nižší než v našem příkladě.*
- *Sečtením velkoobchodní ceny energie ([electricitymap.org](http://electricitymap.org)) s náklady na její efektivní rozvod vychází, že by na našem účtu 1 kWh bez daně měla stát v dlouhodobém průměru cca 1,5 Kč, ale okamžitá cena by mohla kolísat od nuly po cca 2,5 Kč/kWh podle okamžité bilance sítě, tedy 30 až 50% toho, co nám naši drazí distributoři účtují dnes!*



## IMPORT A EXPORT

---

Distribuovaná síť nemusí být omezena na území jediného okresu, kraje či státu. Může pokrývat celé kontinenty či celý svět. Tím by bylo možné dále zvýšit bezpečnost a efektivitu celé energetické sítě. Vždyť když například mrak zakryje slunce nad našim domem, tak v sousedním okrese či státě plně svítí či silně fouká vítr atd. To znamená, že od sousedů můžeme pořídit energii levněji než z místních zdrojů.

Je tedy podivné, proč nás naši velmi drazí politici před několika roky burcovali proti zlé EU, která „nás přinutila“ vložit miliony korun do posílení tranzitní soustavy. Vždyť nyní, když fouká nad Severním mořem, tedy několik desítek hodin týdně, importujeme 1 až 2 GW o několik Euro levněji, než je dokážeme sami vyrobit. To znamená, že na tomto importu vyděláváme stovky milionů až miliardy korun ročně. Současně však exportujeme o cca 2 GW víc než importujeme, tedy import umožňuje zvýšit export a vydělat další miliardy. Je tedy zřejmé, že investice do posílení přenosové soustavy byly velmi efektivní a rychle se vrátily.

Důvod, proč se politici stavěli proti posilování přenosové soustavy spíš spočívaly v tom, že posilování přenosové soustavy posiluje mezinárodní konkurenci, tedy staví naše jaderné a uhelné elektrárny do tvrdších konkurenčních vztahů, že ohrožuje náš starý koncept a nutí nás jednat racionálněji.

Bylo by však třeba udělat další krok tím, že zrovnoprávníme postavení všech uzlů sítě. Potom bude možné okrajové uzly na hranicích propojit s jejich přeshraničními protějšky, a tak scelit distribuovanou síť na celém kontinentu. Tak dále snížíme náklady a zvýšíme bezpečnost sítě.

## HDP, NEBO OPRAVDOVÉ BOHATSTVÍ?

---

Iracionalita současné koncepce energetiky mimo jiné spočívá v tom, že dnešní společnost redukovala své chápání světa jen na úsilí o nepřetržitý ekonomický růst. Potom je přirozené, že manažer usiluje jen a pouze o maximalizaci kvartálního zisku své nadnárodní firmy, protože na tom záleží jeho kvartální a roční prémie ale nezajímá jej osud firmy z delšího časového pohledu. Podobně politik usiluje jen o maximalizaci letošního HDP, protože na tom záleží, zda bude příště zvolen.

Jen jacísi potrhli vědci, ekoteroristé a podobné podivné existence pořád něco namítají a komplikují tento krásný, jasný a optimistický pohled na svět. Mluví o zdraví, bezpečnosti a stabilitě, o trvalé udržitelnosti a podobných abstraktních pojmech, které nás jen zdržují od dosažení našich skvělých cílů, které tak rádi financujeme z našich daní. Jak je cesta maximalizace HDP nesmyslná ukazují tyto příklady:

### *Příklad 1:*

*Sice víme, že jaderná energetika je ekonomicky velmi nevýhodná (viz výše), ale investice do výstavby zvednou náš HDP. Po uvedení do provozu bude nutné zvednout cenu energie, abychom pokryli ztráty nového jaderného bloku. Dražší energie nám však opět zvýší HDP. Po ukončení životnosti bude třeba elektrárnu zlikvidovat, což si vyžádá další obrovské náklady, ale také úžasné zvýší náš HDP. Z pohledu HDP je tedy výstavba nového jaderného bloku velmi výhodná. Asi proto ji naši drazí politici tolik podporují. Z celospolečenského pohledu je však velmi škodlivá. Takto se opravdové bohatství nevytváří.*

### *Příklad 2:*

*Dnes je cena elektromobilu o 50 až 100% vyšší než spalovacího vozu, ale tento rozdíl se prudce snižuje. Zhruba 50% ceny je cena baterie, jediné části vozu která podléhá opotřebení a tedy určuje jeho životnost. Dnešní baterie vydrží 2 až 5 tisíc cyklů což při dojezdu 300 km představuje technickou životnost vozu 600 tis. až 1,5 mil. km. To je 3 až 10x víc, než životnost běžného vozu se spalovacím motorem. Pracnost a technologická náročnost výroby spalovacího motoru a souvisejícího příslušenství je ale násobkem pracnosti a technologické náročnosti výroby elektromotoru a související elektroniky. Přitom provozní náklady elektromobilu jsou 3x až 5x nižší, než náklady spalovacího vozu. To znamená, že velká penetrace elektromobility by sice významně snížila náklady na výrobu a dopravu, zlepšila prostředí měst atd., ale současně by se velmi snížily tržby automobilek a olejářů, tedy i HDP celé země. To přece náš drahý politik nemůže připustit! Musí nás ochránit proti svévoli zlé EU či zelených extrémistů, musí udržet současný stav.*

Základní problém všech velkých inovací je čas. Inovace totiž obvykle potřebují ke svému přirozenému rozvoji více než jedno účetní období firem či volební období politiků. Proto manažerům či politikům nemohou vynést nehynoucí slávu, ale jistě jim budou komplikovat život potřebou odstraňování bariér překonaných zvyklostí a předpisů. Proto se politici i velké firmy i k velmi výhodným a potřebným velkým inovacím budou stavět skepticky a spíš je brzdit než rozumně podporovat.

Potíž zjevně spočívá v tom, že v našem světě není autorita či „úřad“, která by měla bytostný zájem sledovat důležité dlouhodobé cíle, přesahující obzory manažerů či politiků, a měla i nástroje k jejich prosazování. Touto autoritou musí být zodpovědní a vzdělaní občané zodpovědné a slušné společnosti.

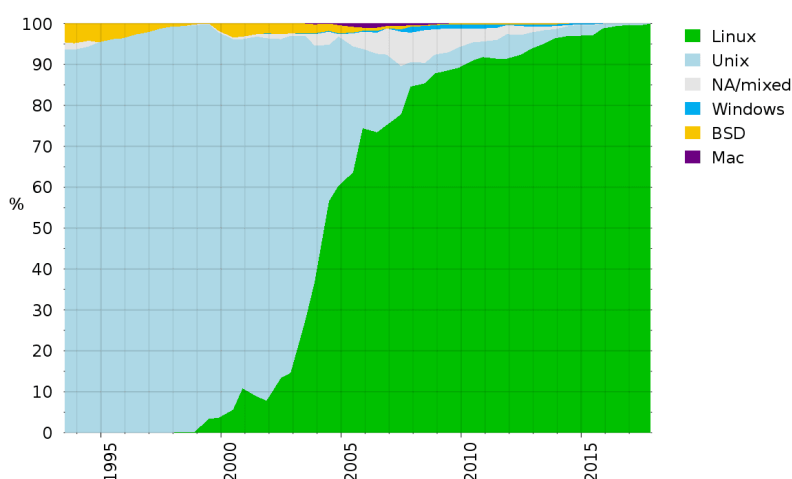
## TRANSPARENTNOST, OTEVŘENOST A BEZPEČNOST

Chytrá energetická síť se musí opírat o pokročilé digitální technologie, které určují mnoho jejich vlastností, ale jejich selhání může zavinit selhání celé sítě. Zajistit vysokou spolehlivost potřebného HW dokážeme již dávno. Dokazují to například nejrůznější kosmické sondy, které v extrémně nepříznivém prostředí kosmického prostoru spolehlivě fungují již desítky let. Metody konstrukce spolehlivé elektroniky se neustále zdokonalují. Tahounem tohoto vývoje je kosmická technika a avionika. Spolehlivost HW nás tedy nebude omezovat. Rizika technického selhání digitálního HW jsou jen nepatrná a případné selhání, v plně distribuované síti, ohrozí jediný uzel. Digitální „chytrost“ může předejít přetížení uzlu či linky. To vše prakticky vyloučí vznik většího výpadku dodávky energie kvůli selhání digitálního HW.

Mnohem větší problémy však může vyvolat chyba programového vybavení. Z praxe víme, že i ve velmi dokonalých a pečlivě testovaných programech jsou chyby. Programátoři totiž nemohou předvídat všechny možné útoky ve všech myslitelných stavech systému. Vždy se dají objevit „díry“, které mohou umožnit útok či zavinit selhání systému. Proto například vývojáři avioniky již několik desetiletí propracovávají a zdokonalují metody návrhu a testování bezpečných digitálních systémů. Pokud by se podařilo propojit tyto postupy s postupy obvyklými ve světě otevřeného SW, předešli bychom případnému zneužití (zlobitka a špiónci, zadní vrátka, vendor lock-in ...) a přitom udrželi potřebnou otevřenost nutnou pro další vývoj celého systému.

Že jde o reálně použitelnou cestu, je patrné například z vývoje superpočítačů. Ty navrhují týmy vysoce kvalifikovaných odborníků, kteří jistě nemusí šetřit na nákupu SW. Přesto, nebo spíš právě proto využívá všech 500 největších počítačů světa otevřený operační systém Linux a tvorba aplikačních programů se řídí pravidly obvyklými ve světě otevřeného SW. Plně distribuovaná struktura sítě zase umožní testování nových verzí či rozšíření jen na jednom či několika uzlech, což umožní dokonalé testování a přitom neohrozí funkci celé sítě.

S programovým vybavením úzce souvisí zacházení s daty. Dnešní technologie umožňují velmi podrobně zachytit chování každého uzlu sítě, jeho celou historii a jeho polohu v distribuované struktuře sítě. Pokud tato data budou otevřená a veřejně sdílená, půjde trvale analyzovat chování sítě a poměrně přesně extrapolovat budoucí vývoj. To znamená, že nejen půjde snadno a rychle diagnostikovat případné poruchy a každý uzel sítě bude schopen optimalizovat své chování, ale půjde hledat slabiny sítě a



Všech 500 největších počítačů světa používá otevřený operační systém Linux

navrhovat jejich nápravu. Tak půjde nejen předvídat a optimalizovat potřebné investice, ale i dohlížet na dodržování pravidel, detekovat monopolizaci a monopolní chování atd. Přitom však musíme dbát na důslednou anonymizaci nejmenších uzlů, kterými jsou zejména domácnosti, wallboxy atd.

---

# OSVĚTA, PROPAGACE A EDUKACE

---

Z předchozího neúplného výčtu souvislostí, úkolů, témat a problémů je zřejmé, že prosadit potřebné změny je poslání, které zásadně převyšuje možnosti několika firem či spolků, které se o to dnes pokoušejí. Z reakce laické veřejnosti je také patrné, že efektivní prosazování chytré obnovitelné energetiky se nemůže jen skrývat za tvrzení, že „to nařizuje EU“, či „požadují ekologové“. Musíme veřejnosti poctivě vysvětlit všechny její souvislosti, výhody i problémy. Jen tak ji veřejnost přijme s chutí a bude ochotna ji tvořivě rozvíjet. Jen tak překonáme manipulativní nesmysly šířené jejími odpůrci.

Potíž ale spočívá v tom, že k potřebnému vzdělávání a přesvědčování veřejnosti nemáme vhodné nástroje a podklady. Dnes sice existuje mnoho odborných studií a článků, které téma analyzují z různých pohledů, ale ty jsou roztroušeny po stovkách webů, sborníků a monografií a nevytváří ucelený obraz nového oboru. Zato je veřejný prostor zahlcen nejrůznějšími bulvárními nesmysly a bludy šířenými odpůrci změny.

***K budování chytré energetiky a dopravy, chytrých domů a měst  
ještě potřebujeme chytrého a zodpovědného občana, chytrou a zodpovědnou společnost.  
To je problém!***

## JAK ZAČÍT?

---

Proto naléhavě potřebujeme referenční webový portál, který by představil plný potenciál nových technologií ve všech souvislostech, vysvětlil základní principy, možnosti dalšího vývoje atd. Musí vytvořit komunikační zázemí laických zájemců i odborníků, soustředit studie a učební podklady, odpovědět na obvyklé výhrady odpůrců, hostovat související aplikace (monitoring a řízení sítě, mapa nabíjení ...) atd.

Portál by kromě obvyklých aplikací (kalendář, galerie, diskuse, anketa atd.) měl umožnit z dat uložených v repozitáři vytvářet subweby s „příčnými pohledy“ pro děti a mládež, pro odborníky, pedagogy, novináře, atd. Může také poskytnout publikační prostor pro spolky, výrobce, prodejce atd. Musí umožnit tvorbu specifických aplikací (moje bilance energie, mapa nabíjení, kalkulátory, katalogy ...) atd. Přitom musí být technologicky otevřený a dlouhodobě udržitelný.

*Dnes existují odborníci, kteří mají mnohaleté zkušenosti s budováním a provozem podobných portálů. Pro zamýšlené účely je velmi vhodná otevřená technologie Liferay. „Pískoviště“ pro autory, kteří si chtějí možnosti Liferay vyzkoušet je již připraveno na: <https://test.lionfish.cz/>.*

Problém ale spočívá v tom, že kolem portálu bude třeba soustředit odborníky několika oborů a vytvořit profesionální autorský tým, což si vyžádá i profesionální technologické a ekonomické zázemí. Nároky na rozsah, kvalitu a funkčnost referenčního portálu budou značné. Vždyť naše argumenty stojí proti úzkým komerčním zájmům mnoha mocných mnohamiliardových oborů. Proto by na práci portálu měly navázat další aktivity, jako například:

- Publikace od odborných po popularizační, pro dospělé i mládež, od jednoduchých prospektů po tlusté monografie
- Učební podklady a pomůcky pro základní, střední i vysoké školy, odborné i popularizační
- Demonstrace možností nových technologií nejen přednášky, konference a výstavy, ale i demonstrace na náměstích, ve školách atd.
- Semináře a workshopy naučit nové uživatele novým postupům

Tak se může postupně rozšiřovat společenství okolo portálu (autoři, instruktoři ...), prohlubovat jeho záběr a vytvářet potřebné technické zázemí (print on demand, mobilní učebna ...). Z autorského týmu se postupně může stát odborná autorita. Její doporučení mohou významně ovlivňovat vývoj celého oboru podobně, jako například W3C ovlivňuje vývoj webu.

Start portálu (3 až 5 let?) bude zřejmě vyžadovat podporu z veřejných zdrojů, případně i od dalších donorů, kteří mají zájem na efektivním a mravném rozvoji technologií. Později, až pilotní projekt přejde do své realizační fáze, půjde náklady hradit z rabatu energetických uzlů a provozu dalších aplikací.

## JAK DÁL?

---

Odpůrci modernizace energetiky argumentují tím, že po uzavření uhelných elektráren přijde o práci několik tisíc jejich zaměstnanců a zaměstnanců hnědouhelných povrchových dolů. Nějak přehlížejí skutečnost, že zhruba desítku starých velkoelektráren nahradí stovky tisíc malých obnovitelných energetických uzlů. Jejich výstavba, údržba a provoz si jistě vyžádá víc pracovníků než potřebovaly elektrárny a doly.

Ti však musí mít znalosti a dovednosti potřebné ke zvládnutí nových, rychle se vyvíjejících oborů (výkonová elektronika, měření a automatizace, IT, komunikace ...). Dnes se sice tyto obory na středních školách i technických univerzitách vyučují jako jednotlivé specializace, ale nikoliv jako kombinace se zaměřením na chytrou energetiku či elektromobilitu. Tyto dva technické obory mají většinu používaných technologií natolik podobných, že by mohly mít nový vzdělávací program společný. Absolventi potom budou mít širší možnosti uplatnění a tedy i větší jistotu zaměstnání.

Dnes však nemáme ani ucelený koncept oboru, ani potřebné učební podklady a pomůcky. Proto bude třeba začít vyhledáním odborníků a osvědčených kantorů, kteří budou schopni položit základy novému oboru vzdělávání. V tom může pomoci webový portál, který může nejen zprostředkovat vyhledání protagonistů, ale i jejich spolupráci na potřebných projektech, sdílení učebních podkladů, kurzů pro dálkové vzdělávání atd. Internetová spolupráce bude výhodná i proto, že výuka musí pružně reagovat na vývoj technologií, doplňovat učební podklady a pomůcky atd.

Ještě důležitější než specializované odborné vzdělání však bude vnést potřebné znalosti do laické společnosti. Již od základní školy bude třeba vysvětlovat alespoň základy nových oborů, jejich souvislosti a význam. Zde však bude problém s nedostatečným vzděláním a malou motivací kantorů. Nejenže neexistují potřebné učební podklady a pomůcky, ale celé školství se stále opírá o principy triviální školy Marie Terezie, která měla zejména vychovávat loajální poddané. Proto potlačuje samostatné myšlení a tvořivost, což vede k demotivaci jak žáků či studentů, tak kantorů.

## BUDE TO BOLET

---

O potřebné změně se mluví již desítky let, ale jen nepatrná část škol či kantorů se dokázala šabloně triviální školy vzepřít a vést své studenty k samostatnému myšlení místo k memorování, k tvořivosti místo k drilu atd. Tyto výjimky však nebývají jen cílem obdivu a úcty, ale jsou často pod tlakem úředních nesmyslů či šikany tradicemi zmítané sborovny. Naléhavá potřeba rozšířit vzdělání o další znalosti související s novými technologiemi snad konečně nastartuje potřebné změny i ve vzdělávání. Vždyť i zde nové technologie přinášejí nové možnosti, které mohou vzdělání prohloubit a zefektivnit. To je však téma na jiné a dlouhé povídání.

Kromě školního vzdělání však musíme připravit i nejrůznější rekvalifikace, kurzy atd. Například majiteli nové fotovoltaické elektrárny musí někdo vysvětlit její podstatu a naučit je ji obsluhovat a řídit, novopecenému elektromobilistovi vysvětlit rozdíly mezi elektromobilem a spalovacím vozem atd. Bude tedy třeba rekvalifikovat nejen servisní techniky, ale i učitele autoškol, obchodníky atd. O naléhavosti této rekvalifikace nás snadno přesvědčí například krátký rozhovor s prodejcem automobilů.

Ještě větším problémem bude potřeba trvalého doplňování a prohlubování vzdělání. V úvodní kapitole jsme ukázali, jak rychle technologie mění. Je zřejmé, že s touto změnou musí harmonizovat i vzdělání pracovníků, kteří tyto technologie využívají či dále zdokonalují. Z rychlosti změny vyplývá, že během aktivního profesionálního života budou muset dnešní žáci několikrát zásadně přebudovat své znalosti, pracovní postupy i návyky. Toto celoživotní vzdělávání musí být méně formální a mnohem různorodější a dynamičtější, než si dnes dovedeme představit. Musí však stavět na kvalitních obecných základech.

Specifickým problémem bude vzdělávání či výchova novinářů a politiků. Vždyť zejména oni vytváří postoje společnosti k novým technologiím a k změnám, které tyto technologie přináší. Potíž je v tom, že obvykle nejsou příliš technologicky gramotní. Proto si nejsou jistí, na které straně je pravda, a jejich postoje tedy oscilují mezi realitou a nejrůznějšími bludy. Mají totiž pocit, že jsou „objektivní“, či „politicky korektní“, jedině a pouze tehdy, když vytvoří kompromis mezi pravdou a nesmyslem, když zaujmou „neutrální stanovisko“, které „nenadržuje“ žádné ze stran.

V některých tématech již mají poněkud jasněji. Již si například nepředstavují, že země je polokoule, jako kompromis mezi astronomií a představou ploché země, kterou prosazují někteří konspirátoři. Protože většinová společnost již ví, že země je kulatá, tak ztratili potřebu vytvářet si svůj kompromisní názor. Je však otázkou, zda se ke změně postoje dobrali studiem a pochopením podstaty, nebo jen převážilo většinové mínění a tekutá pravda. Pochopení podstaty problému jim také komplikují hlasy ohrožených oborů, které bývají provázeny příjemným šustěním bankovek.

Na tento problém již dávno upozornili pánové V+W v jedné předscéně Osvobozeného divadla. Voskovec přichází na scénu, drží noviny a cituje z nich různé nesmysly. Pánové je chvíli rozebírají a potom Werich vše shrne do otázky:

***„Tak nevím, je ten autor tak blbej, nebo je za to placenej?“***

Tato otázka tu je pořád. Dnes je ještě naléhavější, než před dávnými roky, kdy byla vyslovena!

Novináři a politici tedy nemohou působit jako nositelé pokroku a skutečně pomáhat novým technologiím k jejich harmonickému začleňování do našeho života. V postojích k novým technologiím si libují zejména v nesmyslech a bludech. Ono totiž v titulcích, či v politických heslech jsou jednoduché bludy a výkřiky mnohem poutavější, než složitá realita. Přitom by to měli být právě novináři a politici, kdo by měl posouvat společnost k racionalitě, efektivitě a snad i k mravnosti.

Nehoráznosti, které nám politici a žurnalisté tvrdí jsou však často tak obłudné, že již nemůže jít o pouhou neznalost, či snahu o akademickou diskusi, ale o vědomou manipulaci vedenou a často i financovanou ohroženými obory a mocnými zájmovými skupinami. Tím nejen zpomalují potřebné změny, ale zejména vytvářejí nejrůznější umělé bariéry a komplikace, které komplikují a prodražují život každého z nás.

## **NEZTRÁCEJME NADĚJI**

---

Domýšlíme-li všechny komplikace, které mohou vzniknout nepochopením možností nových technologií či zlovůli ohrožených oborů, dojdeme k dlouhému seznamu možných problémů. Sledujeme-li dnes veřejně vedené diskuse v médiích, tak zjistíme, že nejsilnější je strach ze změny a podivná manipulativní zjednodušování problému bránící rozumnému začlenění nových technologií do našeho života. Přitom jakoby platila úměrnost, že čím jsou argumenty diskutujících hloupější, tím jsou hlasitější a hysteričtější. Není tedy divu, že i vzdělání odborníci ztrácejí naději a k představě racionálního vývoje jsou skeptičtí.

Jedinou obranou je posílit hlas těch vědoucích, chápajících, tvořivých, mravných a zodpovědných. Je jich mezi námi mnoho, ale jejich hlas v hysterickém pokřiku těch „blbejch, nebo placenejch“ zaniká. Další velká část odborníků z oborů, kterých se změny týkají jen nepřímo, se jen nedostala k potřebným informacím a znalostem, či jim nevěnovali dost pozornosti. Proto podlehlí povrchním postojům. Je tedy zapotřebí potřebné informace soustředit a důvěryhodným způsobem zveřejňovat a propagovat.

Je tedy na každém z nás, kteří jsme podstatu nastávajících problémů pochopili, abychom posilovali hlas rozumu. Snad ještě máme naději ...



---

# ZÁVĚREM

---

Z předchozího textu je snad jasné, že mnohé nové technologie jsou zralé tak, že mohou konkurovat těm konvenčním, v mnohém je překonávají a dále se rychle zdokonalují. Další technologie sice teprve dozrávají, ale dnes je již jasné, že i ty budou brzy konkurenceschopné. A vývoj se stále zrychluje ...

Nejde jen o energetiku, dopravu, průmysl, telekomunikace, zemědělství, školství, obchod atd., ale o změnu základních hodnot, která si vynutí nová pravidla řízení společnosti atd. Nástup nových technologií mění nejen naše zvyklosti, ale vede k hlubokým změnám v celé společnosti a mění mnoho základních jistot našeho života. Je zřejmé, že již žijeme v době „Velké transformace“, ale většinová společnost si tuto změnu neuvědomuje, či nechce připustit. To vede k mnoha dnešním komplikacím a zbytečnému bloudění po slepých cestách.

V celé studii hledáme cestu jak harmonicky, racionálně a efektivně začlenit nové technologie do života společnosti. Ukazuje se, že změna v jednom oboru si často vyžádá změny i v sousedních oborech. Takové řetězení změn však vyvolává paniku v laické společnosti. Ta totiž změny vnímá jen jako prudce narůstající chaos, který mění zavedené zvyklosti a pořádky. Chybí nám totiž syntetický pohled, který veřejnosti ukáže a vysvětlí výhody, které očekávané změny přinesou a ukáže cestu jak „Velkou transformací“ projít bez zbytečných komplikací a ztrát. Proto se tento text pokouší naznačit základní rysy takové syntézy.

O podobnou, leč ještě širší syntézu se pokouší i dokument „Green Deal“ vydaný Evropskou komisí. Ten obsahuje stovky námětů, či témat, která mají zlepšit náš život a vést k trvalé udržitelnosti. Potíž je však v tom, že uvažuje dle zaběhlé úřední šablony. Vývoj chce směřovat zejména pomocí dalších předpisů a restrikcí, místo odstraňování bariér a podpory tvořivosti. Přitom každé téma popisuje jediným odstavcem a příliš se nezabývá postupy realizace onoho námětu. K tomu by musel být každý odstavec doplněn o rozsáhlou studii, které ve všech souvislostech vysvětlí, jak lze daného cíle dosáhnout. Tak by však vzniklo mnohosvazkové dílo, které by nemohlo oslovit laickou veřejnost, tedy „Pepu Popíka“. Je tedy zřejmé, že k chytrým technologiím potřebujeme i chytrou společnost. Další vývoj se tedy musí soustředit na osvětu a edukaci.

Pokud se nám to podaří, tak můžeme žít příjemný, levný a tvořivý život v čistém světě s jednoduchými a transparentními vztahy. Pokud ne, čeká nás drahota a peklo nabubřelé byrokracie vyvolané ohroženými obory a jimi placenými politiky.

## ČERNÁ LABUŤ

---

Rozpor mezi možnostmi nových technologií a myšlením společnosti trvá již desítky let, a nůžky se stále rozevírají. Proto se mnozí „vědoucí“ na další vývoj dívají skepticky a podléhají rezignaci. Došli k pocitu, že setrvačnost myšlení „Pepy Popíka“ převáží nad hrozbami před kterými stojíme.

Situaci však prudce změnila pandemie koronaviru. Neočekávaně, tak jako ona pověstná černá labuť, změnila naše priority. Postavila nás před mnoho nových a nečekaných problémů. Tím však odblokovala mnohá dávná tabu. Najednou přicházejí vhod postupy teleworkingu a práce z domu, dálkového vzdělávání a e-learningu, dobrovolnické práce organizované sociálními sítěmi atd. Současně však odhalila obrovské slabiny ve státní správě a většině úřadů, nefunkčnost současného konceptu digitalizace státní správy atd.

Doufejme tedy, že si společnost konečně uvědomí potenciál nových technologií a začne je harmonicky implementovat do běžného života.

Březen 2020  
Petr Vermouzek  
pavouk33@gmail.com



# PŘÍLOHY

---

# CESTA ZMĚNY

---

## *Technooptimistické mudrování starého pána o zavádění nových technologií*

Dnes si už i laická veřejnost uvědomuje, že nové technologie zasahují čím dál víc do našeho života, že jejich vliv je stále silnější a vývoj se exponenciálně zrychluje, že nastává „Velká transformace“. Ta je charakteristická tím, že jde napříč mnoha obory, mění nejen samotné technologie, ale i celou ekonomiku, politiku a základní vztahy ve společnosti.

Potíž je v tom, že vlivem specializace se obory od sebe izolovaly natolik, že mezi nimi vznikly těžko překonatelné bariéry. Specialisté různých oborů si již často navzájem nerozumí, prosazují své úzké oborové zájmy na úkor celospolečenského prospěchu a navzájem si protiřečí. Není tedy divu, že laická veřejnost probíhajícím změnám nerozumí, je zmatena a často „ty divné novoty“ odmítá. Na tento zmatek reagují politici chaotickými zásahy (solární baroni, Open Card atd.), které dále stupňují odpor veřejnosti k novým technologiím. Tento odpor vyvolá další zásahy politiků a tak se začarovaný kruh zmatku a odmítání změn uzavírá.

Současně se změnami, které přinášejí nové technologie však vznikají další naléhavé výzvy a potřeby ekologické, klimatické, zdravotní atd. I ty jsou pro laika často rozporuplné, když nás například ohrožuje jak sucho, tak povodně. Takový zmatek nahrává lobistům překonaných oborů a umožňuje jim, aby nás vodili po drahých, nesmyslných či slepých cestách. Chybí nám silné „odborné veřejné mínění“, které by ukazovalo cestu i laické veřejnosti.

---

## ZÁKLADNÍ PROBLÉM

---

Na nepochopení a odmítání nových technologií narážím již od mládí.

*Dávná vzpomínka:*

*Kdysi, koncem 50. let, nás na základní škole soudružka učitelka vyzvala, abychom se pochlubili svými domácími výtvary s tím, že za ty podařené dostaneme jedničku. Donesl jsem svou první větší elektronickou konstrukci: jednoduché tranzistorové rádio. Jedničky dostaly háčkované dečky, pletené čepice, pokojové kytky, papírový model Aurory vystřižený z časopisu atd. Mou krabičku soudružka učitelka důsledně ignorovala, i když hlasitě hrála. Krabička nebyla příliš pohledná a ona nikdy tranzistorové rádio neviděla. Zvuk asi považovala za mé břichomluvecké vystoupení. Měl jsem štěstí, že jsem nebyl potrestán za tahání nevhodných novot do školy. Zato má krabička zaujala několik kamarádů, se kterými jsme potom letovali další a další elektronické hračky.*

Na odmítavý přístup k novým technologiím jsem narážel dál. Když jsem o skoro deset let později začínal jako vývojář elektronických přístrojů, tak pořád ještě probíhala „válka“ mezi zastánci elektronek a tranzistorů. Konzervativní kolegové argumentovali tím, že se elektrony osvědčily, že s nimi je návrh obvodů známý a jednoduchý, kdežto návrh obvodů s tranzistory je složitější a vyžaduje mnoho nových znalostí a postupů. Své námitky obvykle shrnuli tvrzením, že jde jen o přechodnou módu, kterou se není třeba zabývat. Podobné odborné půtky jsme zažívali o několik let později při nástupu integrovaných obvodů, po dalších několika letech s nástupem mikroprocesorů, osobních počítačů atd.

Dnes je slýcháme o škodlivosti internetu. Nějak si nechceme připustit, že technologie jsou eticky neutrální, že záleží jen na nás, zda nůž použijeme na krájení chleba, nebo jej vrazíme někomu do zad. Podobně záleží jen na nás, zda se na internetu brodíme stokami sociálních sítí, nebo jej využíváme ke vzdělávání, efektivní komunikaci, práci na dálku atd., tedy využíváme postupy, které významně zlepšují a usnadňují náš život.

Je tedy zřejmé, že vývoj technologií jde svou přirozenou cestou. Zásahy odpůrců jej sice mohou poněkud zdržet či komplikovat, ale změně nezabrání. Potíž je však v tom, že změny ohrožují stále víc překonaných oborů. Ještě před několika desítkami let měla například elektronika v národním hospodářství jen nepatrný význam a její vývoj prakticky neohrožoval jiné obory. Ještě nástup osobních počítačů a internetu vytvářel nový trh a zavedené obory měnil jen nepatrně.

Současná situace je zcela jiná. Nové technologie zasahují dopravu, energetiku, průmysl, komunikace atd. To zcela mění nejen ekonomiku, ale i zavedené struktury hodnot a celou společnost. „Novoty“ konkurují bohatým, dobře zavedeným oborům a zcela mění překonané postupy. Proto se ohrožené obory brání změnám a hledají všechny myslitelné, reálné i smyšlené, argumenty, které mohou tyto změny v očích veřejnosti zpochybnit. Že tato strategie výborně funguje nás přesvědčí například diskuse na mainstreamových webech pod články o elektromobilitě. Zde na nás vždy vyhřezne záplava iracionalit, hlouposti, lži a vulgarit. Část této stoky jistě píše placení trollové, ale zbytek je dílem zmanipulovaných nic nechápajících „Pepů Popíků“.

Proto je důležité proti této manipulaci postavit jasné a dobře vysvětlené pravdivé argumenty. Současně musíme harmonizovat priority a názory odborníků alespoň natolik, aby si neprotiřečily. Při argumentaci musíme být konkrétní ale opírat se spíše o dohlednou budoucnost, než o překonanou minulost. Vždyť dobře víme, že než se naše vize naplní, tak technologie dozrají a překonají naše dnešní očekávání.

## POTŘEBNÉ POSTUPY

---

Chceme-li zavádění nových technologií harmonizovat s potřebami a vývojem společnosti, tak nemůžeme „dělat revoluci“, ale musíme spouštět a podporovat procesy, které postupně povedou k žádoucí změně.

### Harmonizace oborů

Dnešní svět je již natolik složitý, že nikdo z nás, nemůže říci, že mu rozumí v plné komplexnosti. Proto vzniklo mnoho oborů, které vytvořily své podobory atd. Oborová specializace je již tak hluboká, že si často nerozumí odborníci sousedních oborů. Je přirozené, že odborníci usilují o rozvoj svého oboru a sledují své odborné cíle, ale nevěnují příliš pozornosti ostatním oborům.

Nové technologie však vnášejí zásadní změny napříč často i velmi odlehlými obory. Například elektromobilita ovlivní nejen automobilový průmysl, ale i dopravu, energetiku a dokonce i výběr daní. Proto musíme hledat cesty, jak tuto prudce stoupající entropii potlačit. Musíme podporovat spolupráci mezi obory a harmonizovat jejich vztahy. Potřebujeme tedy vytvořit „odborné veřejné mínění“, které půjde napříč obory a bude usilovat o jejich harmonizaci. Protože víme, že entropie v uzavřeném systému je vždy stoupající, tak je zřejmé, že do systému musíme vkládat energii. Tou by mělo být úsilí osvětlených a zodpovědných odborníků hledajících cestu k nápravě.

### Zdola vzhůru

Z předchozího je zřejmé, že velké zavedené firmy nebudou horečně zavádět nové technologie, které půjdou proti jejich obchodním zájmům. Naštěstí jsou mnohé nové technologie již natolik zralé, že mohou konkurovat těm klasickým. A další technologie rychle dozrávají. Je tedy možné, aby je občané, firmy, spolky, obce atd. zaváděli a využívali. Nemusí tedy čekat na pozhnání vrchnosti či monopolistů a mohou tvořivě využívat všech možností a výhod technologií, které poskytuje místo či účel jejich nasazení. Přitom často nalézají zajímavé a nezvyklé aplikace. V současnosti se nejčastěji jedná o využití elektromobilů a budování nabíjecí infrastruktury, výstavbu obnovitelných zdrojů a akumulaci energie, místní spolupráci a sdílení elektromobilů, strojů a nářadí, budování chytrých domů a měst atd., atd. Tyto úspěšné aplikace nových technologií a postupů mohou přesvědčit veřejnost o smyslu a výhodnosti jejich nasazení, a tak nastartovat řetěz nových aplikací.

Již dnes však víme o mnoha legislativních bariérách, které brání racionálnímu rozvoji nových technologií. Bohužel nejde jen o legislativní relikty související s překonanými technologiemi, ale často jde o nedávné zásahy, které nesledují celospolečenské zájmy, ale posilující postavení monopolistů. Nemůžeme tedy doufat v náhlé prozíření politiků, které by vedlo k racionalizaci legislativy. K tomuto prozíření je však mohou přivést aktivity budované „zdola“.

### Propagace a edukace

Všechno úsilí odborníků a průkopníků však nebude účinné, pokud se o něm nedoví široká veřejnost a pokud mu neuvěří. Musíme jí tedy poskytnout dostatek srozumitelných informací, které ji přesvědčí. Měly by to být nejen odborné práce specialistů, ale i popularizační články, učební podklady, videa, brožurky,

interaktivní aplikace, výstavy, demonstrace a exkurze atd. Potřebujeme tedy do práce zapojit i pedagogy, žurnalisty atd.

## PRVNÍ KROK

---

Je tedy zřejmé, že racionální zavádění nových technologií do života společnosti je důležitý, ale složitý a náročný úkol, který lidstvo v tomto rozsahu ještě nikdy neřešilo. Inspirací nám snad může být konsorcium W3C, které ukazuje cestu vývoje internetových technologií. Podařilo se mu sjednotit původní velmi rozporuplné zájmy a postoje internetových protagonistů. Díky tomu se z internetu stala významná technologie, která dnes ovlivňuje nejen vývoj dalších technologií, ale celý náš život. W3C je v podstatě jakousi celosvětovou nestátní neziskovou „Neutrální autoritou“, která sdružila významné odborníky a vypracovala postupy vývoje a standardizace technologií. Výsledky své práce vydává jako pouhá „doporučení“. Protože však je skutečnou odbornou autoritou, jsou tato doporučení rychle akceptována a začleňována do norem, předpisů i praxe.

Vytvořit podobnou Neutrální autoritu pro další obory nebude snadné. Odborníci jsou totiž odborníky proto, že se intenzivně věnují svému oboru. Proto bývá obtížné nalákat je k dalším aktivitám. Potřebujeme tedy vytvořit „záminku“, která by odborníky zaujala, a iniciovala potřebu vzájemné spolupráce. Tou může být oborový webový portál, který bude usilovat o referenční postavení v dotyčných oborech. Ten může požádat potenciální spolupracovníky o povolení publikovat jejich existující práce a vyzvat je k další spolupráci. Tak snad půjde na aktivity portálu navázat významnou část odborné veřejnosti a portál dosáhne významného postavení .

Portál poskytne nástroje pro spolupráci odborníků a pro postupné vytváření odborného veřejného mínění. Současně však bude i publikační platformou směrem k odborné i laické veřejnosti, prostorem pro potřebné aplikace (ovládání: elektromobilní infrastruktury, chytrých elektroměrů, platby za využití dopravní cesty, taxibusu atd.; kalkulátory návratnosti investic do elektromobility, fotovoltaiky atd.).

K budování portálu a podporu práce odborníků bude třeba vynaložit značné úsilí. Proto bude potřebovat stabilní profesionální personální i technické zázemí. To může dále posilovat a rozšiřovat navazující aktivity. Může pořádat odborné konference a demonstrace, výstavy, workshopy, soutěže atd.

Jsme přesvědčeni, že přínos těchto aktivit bude významný, že vložené prostředky budou podporovat naše záměry efektivněji než přímé dotace, které mohou velmi zefektivnit. Současně víme, že Neutrální autorita může předejít škodám z nerozvážených kroků vyvolaných lobisty ohrožených oborů.

Červen 2020  
Petr Vermouzek  
pavouk33@gmail.com

---

# LEGISLATIVA PRO ENERGETIKU

---

*Technologická vize starého pána*

## OMLUVA ÚVODEM

---

Miroslav Horníček kdysi uváděl své „Hovory H“ větou: „Zeptejte se mě na co chcete, odpovím na co chci já“. Bohužel se musím k tomuto postupu uchýlit i já. Byl jsem požádán o komentář k novele energetického zákona, ale ani po několika hodinách jsem nedokázal pochopit a promyslet všechny souvislosti právního textu, který se snaží současně řešit plyn a elektřinu, příliš nevnímá technologické souvislosti a v mnohém konzervuje dávno překonané zvyklosti.

Jsem technik. Mé myšlení a vyjadřování je tedy zcela jiné, než vyjadřování a myšlení odborníků na legislativu. Přitom o potenciálu energetiky uvažuji z pohledu nových technologií, tedy zcela jinak, než legislativec, který musí řešit přechod od stávajícího stavu k novým možnostem. Proto je následující text nekompatibilní s paragrafy a vyhláškami, ale snaží se vysvětlit možnosti nových technologií a snaží se naznačit nejvhodnější cestu. Navazuje na mé předchozí studie „Energetika 2.0“, „Cesta změny“ a „Wallbox“.

## SOUČASNÝ STAV

---

Výroba energie v ČR je dnes silně centralizována (monopolizována) do několika velkých uhelných a jaderných elektráren, význam alternativních zdrojů je zanedbatelný. Tomu odpovídá i dnešní koncept distribuce a obchodu s elektřinou. Protože regulace výkonu velkých zdrojů je buď prakticky nemožná (jádro), nebo jen malá a pomalá (uhlí), tak je třeba zavést složitá pravidla regulující spotřebu (desítky různých sazeb a pravidel, rezervovaný příkon, regulační stupně, odběrové smlouvy...). I přes tato složitá opatření však odběr kolísá i o více než 50%. K tomu se přidali překupníci energie, kteří systém dále prodražují a komplikují.

To vše mimo jiné znamená, že koncová cena elektřiny je násobkem velkoobchodní ceny (viz [www.electricitymap.org](http://www.electricitymap.org)), což omezuje naši konkurenceschopnost a snižuje životní úroveň. Ještě před několika desítkami let byla tato složitá a neefektivní regulace jediným možným řešením. Dnes však můžeme postupovat mnohem racionálněji.

## NOVÉ VÝZVY

---

V posledních letech dozrály mnohé technologie natolik, že mohou konkurovat těm klasickým i bez dotací a podobných intervencí. Musí však být odstraněny formální bariéry, které jsou jen relikty starších zásahů do přirozené funkce energetické sítě či podporou monopolů.

### Výroba

OEM cena fotovoltaických panelů je dnes cca 0,3 USD/Wp a dále klesá, životnost panelů je 30 a více let. To, při průměrném slunečním svitu v ČR 1000 hod/rok znamená, že návratnost investice, vztažená k dnešní koncové ceně je cca 4 až 8 let (podle polohy a instalačních nákladů). Jde tedy o výhodné zúročení investice, kterému se nemůže vyrovnat žádná banka. Má tedy smysl, aby občané, firmy, obce pokrývali své střechy, fasády a ploty fotovoltaickými panely, zemědělci jimi zastínili část svých polí atd.

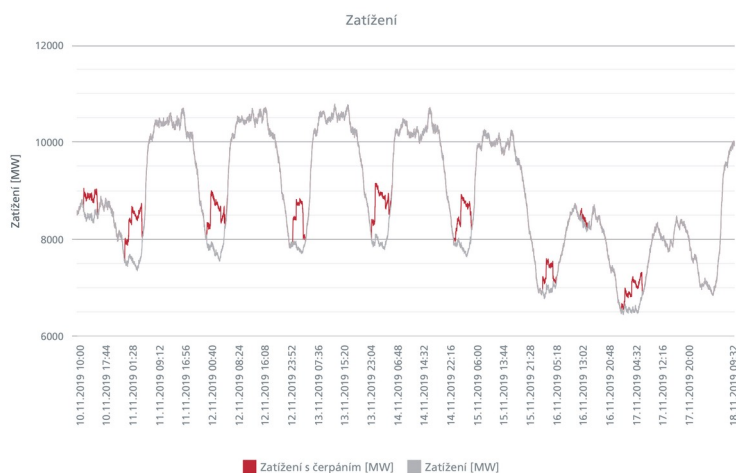
Vedle slunce lze využít větru, biomasy, malých vodních elektráren atd. V dohledné budoucnosti můžeme dokonce očekávat zlevnění geotermálních vrtů natolik, že půjde využít i geotermální energie (např. vrtání plasmou které vyvíjí slovenská firma GA Drilling). Čím bude energetický mix různorodější, tím bude dlouhodobě bezpečnější. Potíž však spočívá v tom, že slunce svítí jen ve dne a občas jej zakryje mráček a vítr také fouká jen někdy. Proto tyto zdroje často spojujeme s akumulací.

***Musíme najít pravidla pro spravedlivé a efektivní zapojení těchto zdrojů do sítě.***



## Akumulace

V elektrické síti musíme v každém okamžiku vyrobit přesně tolik energie, kolik jí spotřebujeme. Aby nedocházelo k výpadkům musí být výkon zdrojů být stejný, nebo větší, než je maximální myslitelná spotřeba a celý systém vhodně regulovat. To dnes není snadné, protože odběr se může velmi rychle měnit, a reakce velkých zdrojů je pomalejší než rychlost změny odběru. Proto jsou pravidla sítě velmi složitá a prodražují koncovou cenu elektřiny.



*Týdenní průběh zatížení sítě*

sítě. Velkoobchodní cena (OEM) dnešních dobrých baterií je cca 100 USD/kWh a stále klesá. Vydrží až 5 000 cyklů a 20 let, přitom jejich životnost stále stoupá. Jeden cyklus baterie tedy stojí cca 0,5 Kč/kWh. Již dnes tedy má ekonomický smysl podporovat bateriemi energetickou síť, protože rozdíl mezi cenou energie ve špičce a mimo špičku je cca 1 Kč. Protože očekáváme, že při intenzivnějším nasazení alternativních zdrojů bude tento rozdíl výrazně větší, tak investice do akumulace bude ještě výhodnější.

***Musíme najít pravidla pro spravedlivé a efektivní využití akumulace k vyrovnávání sítě.***

## Elektromobilita

Odpůrci elektromobility nás již léta straší tím, jak kvůli elektromobilům bude třeba postavit stovky nových temelínských jaderných bloků, natáhnout desetitisíce kilometrů drátů k desetitisícům rychlonabíječek atd. Těžko říct, zda jsou tak hloupí, nebo jsou za to placení. Pravý opak je totiž pravdou.

Laická veřejnost jen mechanicky přenáší dnešní zvyklosti do nových souvislostí. Proto si představuje, že pro nabití elektromobilu musí jet k nabíječce, jako jezdí k benzínové pumpě, a tam dlouze nabíjet. Ve skutečnosti však elektromobilisté přijedou domů a jen zastrčí kabel do zásuvky. Elektřina k nim doteče sama. Je to pohodlné, levné a šetří to baterii. Ráno pak sedají do nabitého a vytopeného vozu (AC nabíjení). Jen na dlouhých cestách využívají rychlonabíjení (DC nabíjení).

Dnes ujede osobní vůz v ČR průměrně 10 tis km/rok, tedy méně než 30 km/den. To znamená, že denně spotřebuje cca 5 kWh energie a cca 23,5 hodin někde parkuje. Při parkování může být připojen k energetické síti a vyrovnávat ji. Musí však mít dostupnou zásuvku (wallbox), ke které se může připojit.

Elektromobil lze tedy využít pro vyrovnávání sítě. To může být pasivní, tedy nabíjení v době, kdy je v síti přebytek výkonu. Při plné penetraci elektromobility by toto nabíjení právě vyrovnalo noční pokles spotřeby.

Nároky na dynamiku sítě stupňuje i stoupající podíl energie ze slunce a větru. Tu nemůžeme ani ovládat, ani předvídat. Proto je nutné do sítě vložit akumulaci energie. V současnosti to jsou prakticky jen přečerpávací a vodní elektrárny. Jejich kapacita však nemůže síť zcela vyrovnat a ani rychlost reakce nemusí být dostatečná.

Dnes však již dozrála technologie baterií natolik, že je lze nasadit pro vyrovnávání sítě. Jejich velkou výhodou je to, že bateriové úložiště může reagovat na změnu zatížení sítě ve zlomcích vteřiny. To může velmi zjednodušit, zpřesnit a zlevnit řízení



*Chytrý wallbox může být jen malá krabička na kraji parkoviště se zásuvkou a trochou elektroniky*

Může však i aktivně vyrovnávat síť. Vždyť Tesla poskytuje záruku na baterii milion mil a ostatní výrobci ji jistě budou brzy následovat. To znamená, že průměrnému českému uživateli by baterie v elektromobilu mohla sloužit více než 160 roků. Její chemická stabilita je však jen cca 20 let. Proto má smysl baterii využít i k dalším účelům.

Některé moderní elektromobily již jsou na to připraveny (Nisan, Tesla 3, Tesla Y...) tím, že jejich palubní nabíječka umí jak ukládat energii ze sítě do baterie, tak z baterie do sítě (B2G - Battery to Grid). To znamená, že funguje jako jakási „nádoba na energii“, ze které můžeme pomoci kolegovi, který ztroskotal na cestě s prázdnou baterií podobně jako jsme si kdysi pomáhali s kanystrem benzínu. Můžeme však také v této „nádobě“ dovést energii na chatu, která není připojena k síti či k energetickému ostrůvku, kterému se právě nedostává energie. Elektromobil také může sloužit jako analogie nepřetržitého zdroje napájení počítačů (UPS), který udrží napájení celého domu po mnoho hodin, či posloužit jako zdroj energie při nejrůznějších pracích v místech, kde není dostupná síť.

Hlavně však můžeme z baterií elektromobilů vyrovnávat a zálohovat celou energetickou síť. Vždyť kdyby byly všechny osobní vozy v ČR elektrické, a každý by poskytoval průměrně 40 kWh k vyrovnávání sítě, tak vznikne akumulací kapacita cca 200 GWh, která by pokryla celodenní spotřebu celé země.

#### ***Musíme najít pravidla pro spravedlivé a efektivní využití elektromobilů k vyrovnávání sítě.***

Je tedy zřejmé, že AC nabíjením a vyrovnáváním sítě mohou elektromobily účinně posilovat energetickou síť, zvyšovat její kapacitu, účinnost a bezpečnost. Tím otevrou cestu k nasazení alternativních zdrojů energie (slunce, vítr...) a sníží koncovou cenu energie. Je podivné, že dnes se z veřejných zdrojů podporuje výstavba DC rychlonabíječek (často se zákazem sdílení!), ale infrastruktura AC chytrých sdílených wallboxů se zcela přehlíží. Těch by cílově mělo být stejně, nebo více, než elektromobilů. Každý elektromobil by měl mít svou domácí zásuvku, jen tak je jeho provoz efektivní a pohodlný. Nedostatek wallboxů je jedním z hlavních omezujících faktorů rozvoje elektromobility. Měly by se stát stejně samozřejmou součástí veřejného prostoru jako veřejné osvětlení či odpadkové koše. Wallboxy mohou zřizovat elektromobilisté, podnikatelé, spolky, obce atd. Potíž je však v tom, že jejich výstavba je komplikována mnoha formálními bariérami a návratnost vložené investice je velmi dlouhá.

#### ***Musíme najít cestu k prosazení wallboxů do veřejného prostoru***

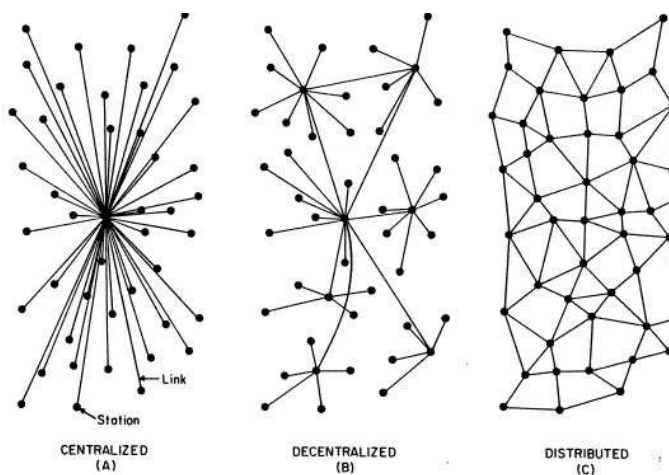
### **Řízení sítě**

Využití slunce a větru je sice ekonomicky i ekologicky velmi výhodné, ale staví nás před nové požadavky na řízení sítě. Akumulace v bateriích nám zase umožňuje vyrovnávat i extrémní výkyvy sítě s rychlou odezvou. Abychom mohli nové technologie efektivně využít, musíme zcela změnit koncept řízení sítě. Již nemůžeme využívat postupy vzniklé v 19. století. Naštěstí máme k dispozici digitální technologie, které umožňují nejen řídit síť automaticky a v reálném čase, ale i obchodovat a účtovat.

Půjde vlastně o analogii internetu. Jednotlivé uzly se budou řídit jen technologickými standardy a budou v reálném čase reagovat na situaci ve svém bezprostředním okolí nepřetržitou dražbou ceny energie. Tím půjde velmi detailně a přesně vyvažovat toky energie podobně, jako internetové routery řídí datové toky na základě odezvy datové sítě. Distribuované řízení sítě také vyloučí rozsáhlé výpadky, protože porucha jednoho uzlu distribuované sítě neohrozí funkci ostatních.

Tak půjde zásadně snížit náklady a racionalizovat nejen naše chování, ale celou energetiku. Tento nový koncept se však musí opírat o zcela jinou legislativu, než je ta dnešní.

#### ***Musíme najít cestu jak postupně transformovat legislativu pro potřeby 21. století.***



*Možné architektury sítě*

## VIZE

---

Z předchozího textu je snad patrné, že přirozený technologický vývoj otevírá zcela nové možnosti rozvoje energetiky. Problém již není v technologiích, ale v tom, jak nové technologie harmonicky začlenit do života společnosti. Také je snad patrné, že potřebu změny nevyvolává tlak ekoteroristů, ale vyvolávají ji výhody, které změna přinese. Dnes je jasné, že to nepůjde ze dne na den vydáním sebechytřejšího zákona, ale že musíme nastartovat procesy, které postupně povedou k žádoucí změně. Nelze dělat revoluci, ale musíme hledat cesty přirozeného vývoje.

Přitom víme, že technologie i potřeby společnosti se vyvíjejí velmi rychle. Proto nemůžeme směřovat k dogmaticky nastaveným cílům, ale musíme zůstat otevření budoucím možnostem a potřebám. Přitom musíme usilovat o dlouhodobou smysluplnost a udržitelnost přijímaných pravidel. Naštěstí můžeme začít zdola. Fotovoltaické panely si může na střechu nainstalovat každý a uložit do sklepa bednu s bateriemi také. Mnozí to již udělali. Potíž však nastane, pokud chceme tento energetický ostrůvek připojit k síti. Je sice zřejmé, že toto spojení je oboustranně žádoucí a efektivní, ale formální bariéry dnešního řízení sítě jej komplikují a ostrůvek staví do velmi nevýhodné situace.

Koncept distribuované sítě předpokládá, že se všechny její uzly řídí stejnými pravidly a jsou si principiálně rovnocenné. To znamená, že malá fotovoltaická elektrárna na střeše venkovské chalupy či elektromobil na parkovišti sídliště by vůči síti měly být ve stejném postavení jako Temelín, či pole solárního barona. To velmi oslabí oligopolické postavení distributorů a velkých elektráren. Současně to však otevře cestu ke svobodné soutěži na energetickém trhu a umožní svobodnou výstavbu alternativních zdrojů a akumulace.

Základem chytré sítě s distribuovaným řízením je uzel s chytrým elektroměrem připojený k internetu. Technicky je podobný chytrému wallboxu a jeho výrobní cena bude jen o málo vyšší než cena dnešních elektroměrů. Představme si jeho funkci na řízení domácnosti. V ní máme spotřebiče, které chceme mít funkční za všech okolností (osvětlení, počítač...), jiné snesou krátké přestávky (přímotopy, tepelná čerpadla...), další i dlouhé odklady (ohřev teplé vody, nabíjení akumulátorů...). Jsou však spotřebiče, které snesou odklad spuštění, ale musí dokončit svůj pracovní cyklus (pračka, myčka...). Protože cena energie na vstupu do elektroměru v průběhu dne výrazně kolísá, tak můžeme náklady na energii optimalizovat tím, že v době kdy je energie drahá snižujeme spotřebu a při nízké ceně zapínáme ostatní spotřebiče. Podobně řídíme i případnou domácí akumulaci. Když je elektřina levná, tak nakupujeme a nabíjíme baterii, když je drahá, tak prodáváme. Tak současně optimalizujeme náklady i stabilizujeme síť.

Cenu na vstupu do domácnosti určuje dražba, která probíhá mezi naším elektroměrem a elektroměry našich sousedů na jedné straně a nadřazeným uzlem na straně druhé. Tím nadřazeným uzlem obvykle bude transformátor VN/NN. Ten zase draží cenu se svým nadřazeným uzlem atd. Pokud se zatížení uzlu blíží maximálnímu dostupnému výkonu, tak začne cena energie prudce stoupat, což předejde přetížení.

Aby dražba měla smysl, tak musí být uzly i vedení mezi nimi vlastněny různorodými subjekty. Čím bude tato diverzifikace silnější, tím bude nebezpečí umělého zkreslování ceny menší. **To bude zásadní problém!** Uzly by měly být různorodé i technologicky, protože potom bude celá síť odolnější, stabilnější a bezpečnější.

Vše určují jednoduché a transparentní algoritmy, které vyloučí manipulace a podvody. Chytrý elektroměr trvale vytváří protokol provozu: čas, momentální cena [Kč/kWh], momentální odběr [kW], momentální náklady na energii [Kč/min], celkový účet [Kč/měsíc]. Majitel vše může sledovat na chytrém telefonu či na počítači jako jednoduchý graf, podle kterého může optimalizovat své chování. Optimalizaci však může svěřit i malému jednoúčelovému počítači, který za něj odvede rutinní řízení a bude asi i důslednější. Do optimalizace půjde zapojit i prvky umělé inteligence, které budou sledovat chování sítě, majitele, počasí atd. a tomu přizpůsobovat řízení domácnosti, případně majitele upozorňovat na možná zlepšení. Vznikne „Chytrá domácnost“, či „Chytrý dům“ spolupracující s „Chytrou sítí“.

Tak půjde odstranit i relikty starých postupů jako platbu za dostupný příkon atd. I případné danění může být zcela automatické. Odpadne tedy celá dnešní byrokracie spojená s distribucí energie.

***Hledejme postupy, jak tyto technologické možnosti zavést do reálného života společnosti***

Je zřejmé, že potřebná změna nemůže nastat ze dne na den. Musíme hledat cesty, jak postupně měnit nejen energetiku, ale i chování spotřebitelů a celé společnosti. Jde tedy o velmi rozsáhlý úkol jak technologický, tak společenský, ve kterém i drobná chybička může mít vážné následky. Proto by bylo vhodné začít pilotním projektem, který ověří jak použité technologie a technologické postupy, tak reakci společnosti.

Vhodným testovacím vzorkem mohou být elektromobilisté a majitelé malých domácích elektráren. Jde o poměrně malou skupinu aktivních a technologicky vstřícných uživatelů energetické sítě (první tisíce). Přitom jsou na síti velmi závislí, elektromobily jsou poměrně velkými spotřebiči a v budoucnosti mohou svým chováním velmi ovlivňovat stabilitu sítě. Velká část elektromobilistů provozuje různé malé alternativní zdroje a akumulaci. Chytré wallboxy mohou dobře spolupracovat jak s chytrými elektroměry, tak s alternativními zdroji a malou domácí akumulací. Stačí tedy nastavit rozumná a poctivá pravidla pro připojování jejich wallboxů a malé domácí energetiky k síti a mohou vzniknout první chytré uzly chytré sítě. Ty se později mohou sdružovat do komunit sdílejících společný transformátor VN/NN a tak postupně nenásilně rozšiřovat nový koncept.

### ***Vytvořme legislativní podmínky pro pilotní projekty***

Související legislativa může snadno podpořit a racionalizovat i vývoj a rozvoj elektromobility. Například:

- Může zjednodušit pravidla pro instalaci a provoz wallboxů a tak podpořit jejich výstavbu.
- Může definovat dvě kategorie elektromobilů podle vlastností palubní AC nabíječky
  - Konvenční (< 11 kW) vhodné jen pro pomalé celonoční nabíjení
  - Opravdové (> 11 kW, 3 fáze, B2G) provozně výhodnější a vhodné i pro aktivní posilování sítěRozdíl ve výrobních nákladech je jen několik procent ceny elektromobilu, který se rychle vrátí posilováním sítě. Přitom je ale praktický a celospolečenský dopad značný. Podle této kategorizace mohou být odstupňovány výhody a daně, což vyvolá tlak na výrobce a bude racionalizovat další vývoj.
- Může změnit pravidla výběrových řízení pro nákup vozidel z veřejných prostředků. Pokud je budeme vybírat ne podle nákupní ceny, ale podle celkové ceny za vlastnictví (TCO) vztažené ke kilometrům ujetým v záruce, tak se stanou elektromobily konkurenceschopnými a výběr bude racionálnější. Přitom vznikne tlak na výrobce, aby snižovali cenu a prodlužovali záruku.

Podobných racionalizačních zásahů do legislativy lze nalézt celou řadu ve všech souvisejících oborech. Některé jsou jasné a patrné již dnes, jiné vyvolá budoucí vývoj technologií a potřeb společnosti. Proto by měla být legislativní pravidla formulována tak, aby nedeformovala budoucí přirozený vývoj, aby je nebylo nutné každoročně novelizovat. Vždyť stabilní a předvídatelné právní prostředí je podmínkou zdravého rozvoje celé ekonomiky.

***Vytvořme předvídatelnou legislativu otevřenou novým potřebám, nekonzervujme relikty minulosti.***

## **ROZPORY**

Energetický zákon složitě proplétá pravidla elektrických a plynárenských technologií do jednoho celku. Přitom jediné, co mají tyto technologie společné, je to, že jde o energie. Vše ostatní je zcela jiné a řídí se zcela jinými fyzikálními zákony. Není tedy divu, že jde o podivný slepenec s nejasnými cíli vzdálený věcné podstatě i současné realitě. Již chápu, proč politici nemohou rozumět tomu co řídí.

Již chápu, že mohli přijmout „malou úlitbu“ zeleným, kteří zlobili s fotovoltaikou, ze které se vyvinul obrovský tunel ovládaný solárními barony. Přitom již od konce 60. let známe Moorův zákon, který předvídal prudký pokles ceny fotovoltaických panelů. Odborníci sice politiky varovali, ale ti jim nenaslouchali.

A historie se opakuje. Dnes někteří politici usilují o výstavbu dalších jaderných elektrárenských bloků. Lobisté je přesvědčili o naléhavosti posilovat energetiku a našeptali jim nereálné cenové a časové parametry. Odborníci opět varují, předkládají argumenty, analýzy a výpočty, uvádějí hrozivé neúspěchy všech podobných projektů v zahraničí, vysvětlují jejich ekonomickou i technologickou nesmyslnost atd. Prozatím marně. Pokud naši drazí politici neprocitnou, tak vytvoří tunel mnohonásobně větší než vytvořili solární baroni, a zadluží ještě naše vnuky.

### *Jak je to možné? Jsme opravdu tak hloupi?*

Zásadní bariérou rozvoje moderní energetiky je dnešní systém licencování. Zákon určuje, že k obchodování s elektrickou energií je nutná licence. To ještě nedávno znamenalo, že když ke mně přijel kamarád s elektromobilem a nabil se z mé zásuvky, tak jsme se dopouštěli přestupku, za který bychom měli být přísně potrestáni. Tento nesmysl byl nedávno zrušen výjimkou ze zákona. Za dobu své platnosti však stačil velmi zkomplikovat vztahy, protože místo jednoduchého účtování odebrané energie bylo třeba účtovat čas parkování před nabíječkou, což znevýhodňovalo vozy s pomalým nabíjením, nebo si pořizovat nejrůznější předplatné, různé čipy a čípký atd., což zase znevýhodňovalo ty, kteří málo využívali veřejné nabíječky. To vše nabíjení velmi prodražilo a zkomplikovalo. Bohužel, mnohé z těchto deformací trvají i nadále.

Absurdnost licencí vynikne, když si uvědomíme, že každý elektromobil s obousměrnou palubní nabíječkou by musel mít licenci, stejně jako wallbox, ke kterému je připojen. Vždyť v jeho bateriích může být uložena energie větší než týdenní produkce malé fotovoltaické či vodní elektrárny.

Při rigidním výkladu pravidel by mohlo podléhat licenci i připojení konkrétního elektromobilu ke konkrétnímu wallboxu. To by znamenalo, že v dohledné budoucnosti by každý elektromobil musel mít několik milionů licencí k wallboxům a každý wallbox několik milionů licencí k elektromobilům. Pokud bychom měli dosáhnout plné penetrace elektromobility do 20 let, tak by úředníci museli okamžitě začít vydávat tyto licence rychlostí cca 6 tisíc licencí za vteřinu. Tím by jistě bylo dosaženo plné zaměstnanosti a slušných platů, protože v „Úřadě pro řízení toku elektronů“ budou muset úředníci velmi tvrdě pracovat a bude jich nedostatek. Vznikne tedy naléhavá potřeba zaměstnat pracovníky z Ukrajiny či Mongolska, kteří budou mít také své elektromobily. Proto bude třeba vydat další licence... Kafka by to nevymyslel lépe.

Přitom by stačilo, aby technické prvky vytvářející rozhraní mezi sítí a domácností (typicky chytrý elektroměr a měnič) byly schváleny zkušebnou (EZÚ) stejně jako všechny ostatní spotřebiče, a aby se sítí komunikovaly standardními otevřenými datovými protokoly. To by zcela automatizovalo jak řízení sítě, tak obchodování a s ním spojenou administrativu, vedlo k rovným konkurenčním vztahům, potlačovalo oligopoly, umožňovalo posilovat síť „odspodu“ aktivitami uživatelů atd.

### *Opravdu musíme udržovat tyto relikty monopolizace?*

## PRVNÍ KROK

---

Je zřejmé, že nové technologie vnášejí do energetiky zcela nové možnosti, které mění její podstatu. Abychom jich mohli plně využít, musíme změnit mnoho tradičních představ, pravidel, zvyklostí a vztahů. Technologická stránka změny je celkem jasná a dobře predikovatelná. Mnohem složitější bude nové technologie harmonicky a efektivně začlenit do života společnosti. Jistě to nepůjde naráz, ale bude třeba spouštět procesy, které postupně povedou k žádoucím změnám. Dnešní zákon by tedy měl zejména umožnit spuštění velmi svobodných pilotních projektů. Teprve z jejich výsledků a zkušeností půjde formulovat jednoduchá právní pravidla nového konceptu energetiky. Vždyť půjde o tak zásadní změny, že jejich zavedení musí předcházet dokonalá příprava nejen samotného zákona, ale celé společnosti. Výsledná pravidla musí být nejen jednoduchá, ale i dobře pochopitelná, dlouhodobě udržitelná, stabilní a důvěryhodná. Jen tak povedou k žádoucím změnám.

Potřebné změny však velmi omezí význam a postavení mnoha dnes mocných, důležitých a bohatých společností či institucí. Ty se budou změnám bránit. Jednou z nejsilnějších zbraní těchto ohrožených firem a institucí je mediální manipulace a lobování ve prospěch překonaných postupů a technologií. Proto dříve než začneme se spouštěním procesů, které povedou ke změnám, musíme spustit silnou propagaci a edukaci směřující k laické veřejnosti. Změny potřebné k vytváření chytré sítě totiž přijme jen chytrý občan, který chápe jejich smysl a výhody, které mu změny přinesou.



Potíž je však v tom, že očekávané změny zasáhnou mnoho oborů (energetika, doprava, průmysl, komunikace, IT, daně, geopolitika...). Jen jejich dokonalá harmonizace povede k očekávanému cíli. Dnešní obory jsou však navzájem velmi izolované. Každý obor sleduje zejména svá specifická témata a zájmy bez ohledu na vývoj sousedních oborů. Dnes nemáme nic, co by názory odborníků různých oborů propojovalo a harmonizovalo.

Vhodným startovacím nástrojem pro řešení těchto problémů by mohl být vznik silného webového portálu zaměřeného na nové technologie související s energetikou a elektromobilitou. Ten by mohl vyzvat všechny odborníky, kteří mají k dané problematice co říct ke spolupráci. Tato spolupráce by postupně vytvářela „odborné veřejné mínění“, které by spojovalo jednotlivé odborné pohledy do harmonického celku. Tak by vznikla přirozená „Neutrální nestátní autorita“, podobná například W3C, která usměrňuje vývoj a standardizuje web. W3C nemá žádné formální pravomoci, jen spojuje a inspiruje odborníky a vydává nezávazná doporučení. Protože je však skutečnou autoritou, tak tato doporučení respektuje celý internetový svět, standardizační instituce jejich doporučení rychle zahrnují do svých standardů atd. Tak se jí v minulosti podařilo vyřešit mnoho zdánlivě neřešitelných problémů standardizace internetu.

Samotný webový portál by se měl postarat o potřebnou edukaci a propagaci. Měl by soustředit všechny informace potřebné k pochopení a rozvoji souvisejících technologií a prezentovat je jak jednoduše pro laickou veřejnost, tak podrobně pro odborníky. Měl by také být komunikačním a publikačním zázemím zainteresovaných odborníků, prostorem pro hostování souvisejících aplikací (kalkulátory návratnosti investic do: elektromobilů, akumulace, fotovoltaiky atd.; aplikace pro řízení, užívání a účtování: nabíjení, akumulace, fotovoltaiky atd., atd.). Měl by hostovat i weby pilotních projektů, zainteresovaných firem, institucí a spolků, publikovat testy a informace o novinkách, vytvářet podklady pro výuku na školách atd.

Odborníci, které potřebujeme v Neutrální autoritě jsou odborníky proto, že se intenzivně věnují své odbornosti. Práce v Neutrální autoritě je pro ně prací navíc, které mohou věnovat jen malou část své pracovní kapacity. Proto jim musíme vytvořit kvalitní profesionální zázemí, které zajistí pohodlnou spolupráci, propagaci, publikování, organizaci správu webu atd. Náklady na toto zázemí budou jen zlomkem toho, co dnes vydáváme na různé související dotace, ale výsledný efekt může být srovnatelný.

***Tak již konečně začněme!***

## ZÁVĚREM

---

Dnes je zřejmé, že na cestě za racionální, efektivní a levnou energetikou nás ještě čeká mnoho práce. Musíme však být obezřetní a nenechat se ani zlákat bludičkami populistů, ani odradit problémy, které před nás budou vršit úředníci.

***Držme si palce!***

Červenec 2020  
Petr Vermouzek  
pavouk33@gmail.com

---

# CHYTRÝ WALLBOX

## PRO CHYTROU ELEKTROMOBILITU

---

### *Úvod do problematiky pro elektromobilní novice i chytrou veřejnost*

Každý elektromobilista ví, že výhody elektromobilu lze skutečně dobře využít jen tehdy, má-li svou „domovskou“ zásuvku pro nabíjení. Potom je život s elektromobilem pohodlný. Přijedu domů, připojím nabíjecí kabel a spustím nabíjení palubní nabíječkou. Celonoční nabíjení je šetrné jak k baterii, tak k mé peněženke, protože využívám levnou noční sazbu. Ráno sedám do nabitého, vytopeného a odmrazeného vozu. O rychlonabíjení se starám jen na dlouhých cestách, které přesahují dojezd mého vozu.

Nabíjení tedy můžeme rozdělit na dva zásadní principy:

- AC (střídavé) využívá palubní nabíječku (3,6 kW až 44kW), napájí se z domácí zásuvky nebo wallboxu
- DC (stejnoseměrné) využívá rychlonabíječku (50 kW a víc)

Laici však často jen mechanicky přenáší své zvyklosti se spalovacími vozy na novou technologii. Představují si, jak musí zajet k „pumpě“ aby zde dlouze nabíjeli baterii. Proto se laická veřejnost dožaduje budování husté sítě co nejsilnějších rychlonabíječek. Zkušenosti elektromobilisté však vědí, že na rychlonabíječkách nabíjejí jen výjimečně, protože dávají přednost pohodlnému a levnému domácímu nabíjení. Noční domácí nabíjení preferují i proto, že tak pomáhají vyrovnávat energetickou síť a tak zlepšují její účinnost. Chovají se tedy racionálně a přitom ekologicky.

## VELKÝ PROBLÉM

---

Dnešní zásadní omezení rozvoje elektromobility je v tom, že obyvatel bytového domu, který nemá garáž, nemá ani svou domácí zásuvku. Nemůže si jen jednoduše nainstalovat zásuvku k plotu svého domu, ale musí hledat jiné řešení. Tím je veřejně sdílená zásuvka s trochou chytré elektroniky - veřejně sdílený chytrý wallbox. Protože jde o veřejně prospěšné zařízení, měly by mu místní autority vyjít vstříc a instalaci bez zbytečných komplikací povolit. Vždyť jde o podobně prospěšný čin jako umístění odpadkového koše či lavičky, který přispěje k čistotě a pohodlí místa.

Zřízení wallboxu se kromě elektromobilistů mohou také ujmout:

- Obchodníci a obchodní centra  
Během nabíjení si nakoupím
- Restaurace a kavárny  
Během nabíjení se najím či vypiji kávu
- Zaměstnavatelé  
Výhodný bonus pro zaměstnance
- Obce a města  
Podpora čisté dopravy, pohodlí obyvatel, wallbox jako prvek „chytrého města“
- atd.

Každý wallbox může také přinést mírný výtěžek svému majiteli, a přitom zlepšuje jeho image, protože představuje pokrokové a ekologické řešení. Síť wallboxů lze budovat „zdola“, tedy levně a efektivně pokrýt skutečné potřeby a plně využít místních možností a výhod. Cílově by mělo být wallboxů alespoň stejně, nebo více než elektromobilů. Z wallboxů by se mělo stát stejně samozřejmé vybavení veřejných prostor, jakým je dnes veřejné osvětlení či odpadkové koše. Mohou dokonce veřejné osvětlení využívat a doplňovat.

## JAK BY TO MĚLO FUNGOVAT

---

Použití obyčejné domácí zásuvky je jednoduché. Víím, kde je a jsem jejím jediným uživatelem. Proto nemusím řešit ani její vyhledání, ani zjišťovat zda je funkční a zda není obsazená, nemusím zajišťovat měření a účtování odebrané energie atd.

Veřejné sdílení domácí zásuvky mohu zařídit velmi jednoduše tím, že vedle zásuvky umístím cedulku s nápisem: „Drahý kolego, budeš-li chtít nabíjet, tak zavolej na číslo xxx, a já, budu-li zrovna doma, budu-li vzhůru a bude-li se mi chtít, tak to zapnu“. Platbu mohu vyřešit kasičkou s nápisem: „Drahý kolego, sem vhod' příspěvek na provoz této zásuvky“. Je zřejmé, že toto řešení je sice velmi jednoduché, ale nebude příliš šikovné a spolehlivé ani pro majitele, ani pro elektromobilistu. Toto řešení sice mohu mírně zdokonalit tím, že polohu zásuvky a telefonní číslo zveřejním na mapě v navigační aplikaci (podobně jako adresu hospody či samoobsluhy) a přístup k zásuvce zkomplikuji zámekem na klíček, kartu či chip. K dokonalosti však bude mít takové řešení ještě daleko.

Skutečným řešením je jen chytrý wallbox, tedy malá odolná skříňka nesoucí standardizovanou zásuvku (Typ 2 Mennekes 3x400V/32A) a obsahující chytrou elektroniku spojenou s internetem. Jeho použití bude dvojí:

- Náhrada domácí zásuvky
  - Mám z chytrého mobilu rezervováno celonoční nabíjení
  - Večer přijedu k wallboxu, připojím kabel, mobilem spustím nabíjení a odcházím domů
  - Ráno přicházím k wallboxu, odpojuji kabel a sedám do nabitého, vytopeného a odmrazeného vozu
  - Vytahuji mobil, z něj uvolňuji rezervaci wallboxu pro ostatní uživatele a kontroluji svůj účet
- Nabíjení na cestě
  - Zjišťuji, že by bylo dobré dobít
  - Vytahuji chytrý mobil a hledám nejvhodnější nabíjecí bod.
  - Při výběru zjišťuji je-li funkční a volný, cenu a případně je-li blízko vhodná restaurace, obchod atd.
  - Identifikuji se systému a rezervuji si vybraný wallbox
  - GPS mě dovede k wallboxu
  - Připojuji kabel a spouštím nabíjení
  - Odcházím se najíst nebo nakoupit. Mohu také ve voze vyřídit maily a telefonáty, něco si přečíst atd.
  - Na mobilu nebo notebooku sleduji postup nabíjení
  - Mám-li dostatečně nabito, tak se vracím k vozu,
  - Odpojuji kabel, mobilem ukončuji nabíjení a kontroluji účet
  - Odjíždím na další cestu

Současně by wallbox měl komunikovat s nadřazeným energetickým uzlem tak, aby nemohlo dojít k jeho přetížení. Tak například půjde i chytře rozdělit příkon mnoha wallboxů na jednom parkovišti dle jejich potřeby (celonoční nabíjení / nabíjení na cestě) atd. V budoucnu by se takový wallbox mohl stát součástí chytrého domu i základem chytré energetické sítě, kterou by pomáhal vyrovnávat (Smart Grids).

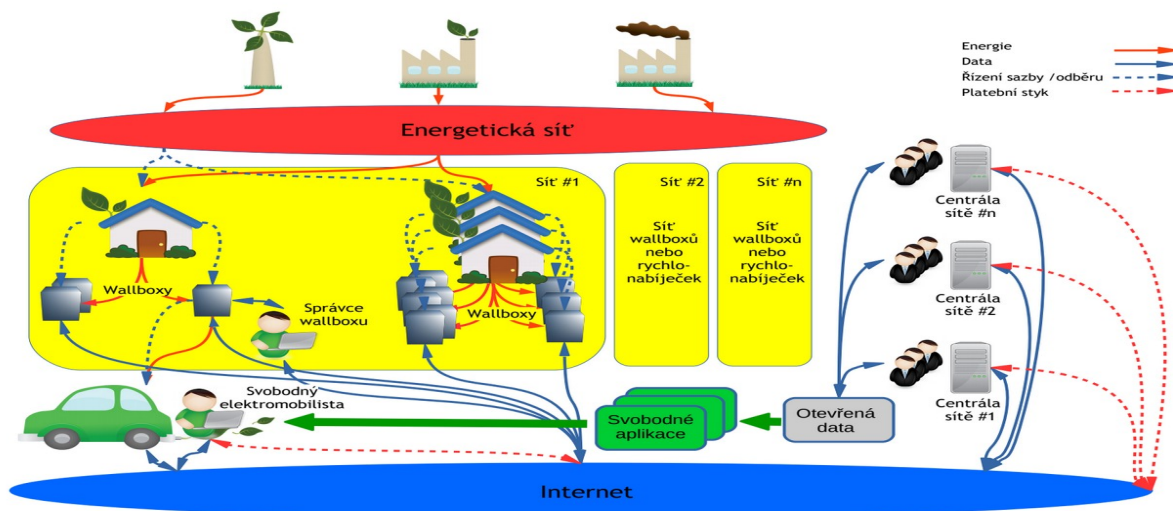
Od tohoto ideálu jsme však prozatím ještě daleko. Jednak některé elektromobily nemají dost silnou palubní nabíječku, aby mohla plně využít dostupného výkonu (důležitý parametr při výběru vozu!), proto může být nabíjení na cestě dost zdlouhavé. Hlavně se však dnešní nabíjecí infrastruktura rozpadá do mnoha izolovaných sítí různých firem, což elektromobilistům velmi komplikuje život. Ani spolupráce s distributory energie není příliš pružná a otevřená.

## CHYTRÁ A SVOBODNÁ SÍŤ

---

Proto zkušeni elektromobilisté postupně shromáždili všechny své představy, nároky a potřeby, které by měla ideální nabíjecí síť splňovat jak dnes, tak i v dohledné budoucnosti. Tak vznikl koncept chytré svobodné sítě a potřebné elektroniky. Ten vtělila Open Charge Alliance do svých otevřených standardů

(www.openchargealliance.org).



Koncept chytré a svobodné sítě

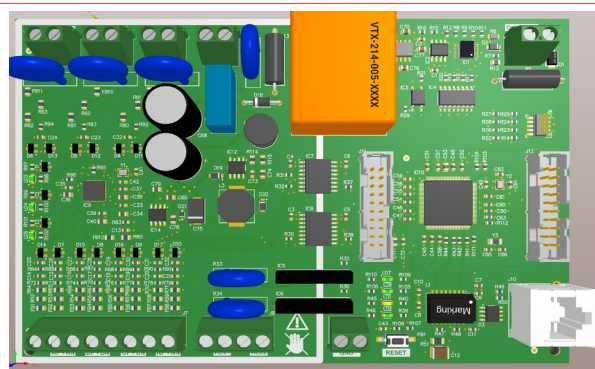
Zásadní rozpor je v tom, že zamýšlenou rozsáhlou nabíjecí sítí musíme koncipovat s výhledem na desítky let, ale elektromobilita je ještě mladý obor, který je v bouřlivém vývoji. Proto neumíme odhadnout ani budoucí změny technologií, ale ani nároky a požadavky budoucích uživatelů. Zejména si však nedokážeme ani představit všechny komplikace a nesmysly, které do elektromobility vnesou komerční a politické zájmy mocných.

Nemůžeme tedy síť koncipovat jako uzavřenou (firemní) strukturu, ale jako otevřený systém, sdílející otevřená data standardními postupy a protokoly. Jde o podobné řešení, které známe z internetu. Ten také nikomu nepatří ale je založen a provozován jen na otevřených technických standardech. Jen tak bude možné možné překonat úzké účelové zájmy a síť dlouhodobě přizpůsobovat novým požadavkům pouhým přizpůsobováním programového vybavení jednotlivých uzlů sítě. Půjde vlastně o analogii toho, na co jsme dávno zvyklí u počítačů. Pokud se například měnily standardy webových stránek, tak jsme nemuseli měnit počítače, ale stačilo jen updatovat webový prohlížeč. Kdybychom dnes použili první verze webových prohlížečů, tak by většina dnešních webových stránek byla nepoužitelná.

## CHYTRÝ WALLBOX JAKO ZÁKLAD CHYTRÉ SÍTĚ

Rozhodujícím prvkem chytré nabíjecí infrastruktury je chytrý wallbox. Těch je v síti nejvíce a jejich vlastnosti rozhodují o možnostech celé sítě. Jeho základem je chytrá destička velikosti pohlednice s elektronikou, která ovládá stykač k zapínání zásuvky, přesně měří napětí i proud v reálném čase ve všech třech fázích, zajišťuje jištění i ochranu zásuvky, komunikaci s elektromobilem i nadřazeným energetickým uzlem a internetové připojení k serveru sítě.

Destičku tedy stačí doplnit stykačem a výstupní zásuvkou, připojit přívod energie a internet. Pokud vše vložíme do vhodné skříňky, tak vytvoříme wallbox, který obsahuje vše, co kdy můžeme potřebovat. Vznikne tak malý nenápadný doplněk veřejného prostoru, který bude plnit všechny výše popsané funkce. Můžeme jej umístit na sloup veřejného osvětlení, pylonek na kraji parkoviště, na stěnu domu ve kterém bydlíme atd.





Toto řešení je založeno na zkušenostech široké komunity praktických elektromobilistů. Proto na skříňce nejsou žádné prvky, které by lákaly vandaly, všechny její funkce jsou indikovány a ovládány dálkově, je schopná spolupracovat s mnoha sítěmi a naše budoucí potřeby a požadavky půjde řešit pouhým doplňováním software. Flexibilita takového řešení je podobná možnostem chytrých telefonů. Ty také spočívají na troše elektroniky se standardizovanými funkcemi a uživatel si svobodně volí operátora, přidává potřebné aplikace atd.

Chytrý wallbox realizuje, software vyvíjí a přizpůsobuje, chytrou elektroniku i celé wallboxy vyrábí a dodává:



**EVstart**

e-mail: [info@evstart.cz](mailto:info@evstart.cz)

mobil: 603 158 952



---

# ZDROJE

---

1. Energetická mapa, [www.electricitymap.org](http://www.electricitymap.org)
2. Státní energetická koncepce, MPO 2014
3. Národní akční plán čisté mobility, MPO 2015
4. Dokumenty a data ČEPS, [www.ceps.cz](http://www.ceps.cz)
5. Dokumenty a data IPCC, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
6. Dokumenty a data DIW Berlin, [www.diw.de](http://www.diw.de)
7. Dokumenty a data Centrum pro otázky životního prostředí UK
8. Dokumenty a data [www.temelin.cz](http://www.temelin.cz)
9. Dokumenty a data [www.chytraenergie.info](http://www.chytraenergie.info)
10. Dokumenty a data <https://www.teslamagazin.sk/>
11. Dokumenty a data TZB-info, [www.tzb-info.cz/](http://www.tzb-info.cz/)
12. Glopolis, Jak může česká síť zvládnout útlum uhelných elektráren, 2018
13. Open Charge Alliance, [www.openchargealliance.org](http://www.openchargealliance.org)
14. Energomonitor, [www.energomonitor.com](http://www.energomonitor.com)
15. Michal Šnobl, Projev na Investičním fóru 2020
16. Evropská komise, Zelená dohoda pro Evropu, 2019
17. Milan Smrž, Energie v přírodě a v nás, Eurosolar.cz 2018
18. Prof. Milan Zelený, Metamorfóza společnosti 2016, [www.milanzeleny.com](http://www.milanzeleny.com)
19. Michal Košťál, Analýza vývoje cen elektrické energie v České republice, ČVUT 2018
20. N. N. Moisejev, Číslo a myšlení, Mladá fronta 1983
21. Nadační fond proti korupci, Biopaliva v Česku a střet zájmů ..., 2015
22. Karel Polanecký a kol., Chytrá energie, Hnutí Duha2010
23. Petr Vermouzek, Jak elektromobilita mění Svět, APEL 2014
24. Petr Vermouzek, Wallbox, APEL 2017
25. Petr Vermouzek, Taxibus, APEL 2017
26. Petr Vermouzek, Chytrý wallbox, EVStart 2019
27. Petr Vermouzek, Technologie a „Velká transformace“, APEL 2018
28. Petr Vermouzek, Webová propagace, Region Renesance 2011
29. Petr Vermouzek, Myšlenkové mapy <https://www.xmind.net/share/pavouk33/>