



Studijní materiál pro pedagogy a studenty

**31. ročník Ekologické olympiády
ve školním roce 2025/2026**

**Téma: Mitigace a obnovitelné
zdroje energie**

Energetika – přechod na bezuhlíkaté zdroje energie

Metodika pro 31. kolo soutěže Ekologická olympiáda
Vypracoval: PhDr. Roman Andres

Obsah

Klíčová slova	1
Úvod	2
Jak funguje síť?	3
Přechodné období a nová podoba sítě	3
Zdroje energie kombinované v současné praxi	6
Charakteristika obnovitelných zdrojů ve vztahu ke klimatu	7
Silné stránky OZE:	7
Slabé stránky OZE:	7
Spřažené technologie	11
Umisťování OZE do krajiny	16
Čím je rozvoj obnovitelných zdrojů limitován?	16
OZE a ochrana půdy	17
Doporučená literatura a použité zdroje	18
Zařízení s největším podílem na flexibilitě sítě nebo akumulaci elektřiny	19
1. Přecherčpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně	19
2. Přecherčpávací vodní elektrárna Dalešice	19
3. Přecherčpávací vodní elektrárna Štěchovice II	19
4. Bateriové úložiště ve Vítkovicích	19
5. Bateriové úložiště v Tušimicích (BAART)	20
6. Elektrárny se záložními agregáty	20
7. Průmyslové závody (tzv. demand side response)	20
8. Domácnosti s bateriovými úložišti a fotovoltaikou	20
9. Domácí spotřebiče (např. bojler a tepelná čerpadla)	20
10. Elektrická vozidla (V2G, Vehicle-to-Grid)	21
OZE a biodiverzita	23
Fotovoltaické elektrárny	23
Větrné elektrárny	24
Vodní elektrárny	26

Klíčová slova

Dekarbonizace
Transformace energetiky,
distribuční soustava,
energetická účinnost / návratnost,
chytrá síť,
decentralizace a demokratizace energetiky,
flexibilita sítě,
akumulace energie,
řízení poptávky po energii,
komunitní energetika,
mitigace,
adaptace,
resilience.

Úvod

Fosilní paliva představovala levný zdroj energie v ekonomickém systému, který příliš nezohledňoval negativní důsledky spojené s jejich využitím. Pro odklon od této praxe existuje řada vážných argumentů. Mimo strategických důvodů (většina zásob fosilních paliv je na území rizikových diktátorských režimů, a i v demokratické části světa jde o zneužitelnou centralizaci moci) a etických důvodů (těžba fosilních paliv, zejm. ropy, vedla v posledním století k množství ekologických katastrof a zmaru milionů lidských životů) je to právě fakt, že **probíhající změna klimatu je způsobena spalováním fosilních paliv.**

Masivní využití fosilních zdrojů pomohlo ve dvacátém století zrychlit globální růst populace a v řadě zemí vč. ČR také růst bohatství a technologický pokrok. Na druhé straně však také vedlo v mnohých zemích či regionech k prohloubení chudoby, k destrukci ekosystémů a domorodých komunit, k vyčerpání řady přírodních zdrojů, k destabilizaci zavedeného společenského uspořádání a válkám. Nerovnoměrné zvýšení materiální životní úrovně není ani v těch částech světa, kterých se týká, nutně totéž, co zvýšení kvality života.

Dostupnost levného průmyslového zboží a energie vedla k obrovskému nárůstu plýtvání, změnám v uspořádání společnosti či sídel, nebo ke zhoršení základních parametrů životního prostředí, jako jsou např. kvality vody, ovzduší, hlukové zátěže aj. Už si dnes asi nedovedeme představit, jak vypadala města bez aut, krajina bez všudy přítomného hluku automobilů. Kontaminaci vody, vzduchu či půdy a vyšší nemocnost (úmrtnost) mající původ ve fosilních palivech jsme si zvykli tolerovat.

Přechod na energetiku, která nebude závislá na spalování, resp. nebude produkovat oxid uhličitý, je daleko nejúčinnější nástroj **mitigace** klimatické změny. A nejen to: **OZE slouží kromě mitigace i jako adaptační opatření a zvyšují naši odolnost vůči mimořádným událostem (resilienci).** Znamená to, že nejen pomáhají snížit emise oxidu uhličitého, ale také nám pomáhají přizpůsobit naše technologie či sídla novým podmínkám a v neposlední řadě lokálně instalované zdroje zvyšují naši odolnost v mimořádných situacích - např. při selhání rozvodné sítě.

Technologicky jsou OZE již dostatečně vyspělé, jejich provoz byl úspěšně odzkoušen v druhé polovině dvacátého století. K jejich masovému nasazení dochází právě v současné době a je s ním spojeno velké očekávání a rozvoj navazujících oblastí. S provozem OZE souvisí **zcela nová pracovní odvětví a pracovní místa** v oblasti elektrotechniky, energetiky, (elektro)automobilové aj. průmyslové výroby. Velmi souvisí i s technologiemi v oblasti bydlení, výroby potravin, bezpečnosti apod.

Transformace energetiky na bezemisní je celosvětový trend, který se netýká pouze ČR či Evropy. Příštích 5-10 let lze očekávat výkyvy cen elektřiny či určité technické problémy spojené především s adaptací rozvodné sítě. **Po globálním přechodu na OZE budou tyto zdroje dodávat velmi levnou elektřinu. Energetika blízké budoucnosti bude založena na transevropské síti tvořené mnoha odpojitelnými**

segmenty vč. akumulace a rozmanitých lokálních zdrojů. Čím rozprostřenější bude síť, tím se budou technicky snáze vyrovnávat její výkyvy.

Ale také se k OZE pojí vážné **společensko-ekonomické problémy**:

- **dezinformační kampaně** a lobby fosilního průmyslu (snaží se bránit svůj ekonomický vliv a zisky z fosilních zdrojů),
- cílené **informační i přímé vojenské operace** diktátorských režimů, na jejichž území se ložiska fosilních paliv nachází (snaží se bránit svůj geopolitický vliv),
- jde o novou obecně používanou technologii, k jejímuž plnému zúročení je třeba přizpůsobit některé **uživatelské návyky** a změnit zavedené způsoby myšlení.

S obnovitelnými zdroji energie jsou dále spojeny i některé **technické problémy**, které jsou popsány v následujících kapitolách.

Jak funguje síť?

Elektřina z velkých elektráren je přepravována na velké vzdálenosti (vč. mezinárodního přenosu), při čemž pochopitelně dochází ke ztrátám. Čím nižší je napětí, tím větší jsou ztráty. Proto při dálkovém přenosu je napětí většinou 400 kV (VVN, **velmi vysoké napětí**). Tato **přenosová soustava** je u nás spravována firmou ČEPS).

Přiblíží-li se vedení k místům spotřeby (typicky městům), dochází k postupnému snižování napětí (nejprve na 22 kV, VN neboli **vysoké napětí**) a z přenosové soustavy se stává **distribuční soustava**, kterou spravují jednotliví distributoři (ČEZ Distribuce, E-on Distribuce, PREdistribuce).

V rámci distribuční soustavy dochází dále ke snižování napětí dle požadavků odběrných míst (podniky, doprava, domácnosti aj.). Do jednotlivých domácností přichází již vedení **nízkého napětí** (NN), v ČR 3 × 400/230 V / 50 Hz.

Do sítě nízkého napětí jsou také připojovány menší (typicky obnovitelné) zdroje – nejčastěji fotovoltaické a větrné elektrárny. Vodní elektrárny obvykle dodávají na hladině vysokého napětí. Pouze několik vodních elektráren v ČR je připojeno přímo do přenosové soustavy VVN (např. Orlík, Lipno aj.)

Přechodné období a nová podoba sítě

Distribuční síť byla původně provozována jako „paprsková“, nyní však kvůli lepšímu řízení a vyšší spolehlivosti dodávky dochází k jejímu zokruhování.

Jak ve staré, tak v nové podobě přenosové soustavy hraje důležitou roli regulace a tím pádem je klíčovým prvkem dispečink (v ČR zajišťuje společnost ČEPS), který zajišťuje **rovnováhu mezi výrobou a spotřebou elektrické energie v každém okamžiku**. Analogicky k přenosové soustavě zajišťují dispečerskou činnost v distribuční soustavě jednotliví distributoři (ČEZ Distribuce, E-on Distribuce, PREdistribuce).

V obou soustavách je při tom mnoho proměnných! Např. závislost některých zdrojů na počasí (typicky FVE, VE), výpadky a plánované odstávky velkých zdrojů, a především změny na straně odběru elektřiny. Některé změny jsou předvídatelné (např. změny v odběru den / noc, či typické průběhy v obdobích roku), ale velké množství proměnných se předpovídá obtížně (výkyvy počasí, mimořádné události, nebo třeba i významné odběry elektřiny). Některé výkyvy zatížení sítě jsou až kuriozní, ale je nutné s nimi počítat: např. v přestávce světového mistrovství ve fotbale si jdou v jediný okamžik miliony lidí najednou uvařit kafe a zapnou rychlovarné konvice...

Jak lze výkyvy sítě vyrovnávat? Možná nejdůležitější nástroj je v samotné struktuře sítě: Nejde o izolovanou soustavu, ale o transevropskou strukturu. Nedostatky elektřiny lze operativně "přisávat" ze zahraničí, anebo přebytečnou elektřinu exportovat. Dále hrají čím dál větší roli úložiště elektřiny, a především pak řízení její spotřeby a výroby. K tomu dochází napřímo technicky (řiditelné zdroje, zapnutí/regulace/vypnutí velkých spotřebičů - např. průmyslových provozů) nebo s pomocí řízení poptávky po elektřině prostřednictvím cen elektřiny.

Nejvyšší výkon zdrojů dodávajících elektřinu do sítě ovšem nemusí být vždy ve stejnou dobu, kdy je po ní největší poptávka. To se řeší s pomocí proměnlivé ceny a řízení spotřeby v čase (např. nabíjení elektromobilů, provoz tepelných čerpadel či chladíren).

Konečná spotřeba energie už několik let klesá kvůli úsporám a stoupající efektivitě, na druhou stranu potřeba elektroenergie stoupá už kvůli nahrazování fosilních paliv. Flexibilitu sítě (vyrovnávání nadbytku/nedostatku elektřiny) v současné době zajišťujeme nejen s pomocí velkých úložišť, ale též s pomocí klastrů baterií domácích elektráren, baterií v elektromobilech (vehicle to grid) apod. Skvělou službu plní průmyslové provozy, jejichž technologie umožňují levnou elektřinu akumulovat a řídit tak svoji spotřebu v čase. Může jít nejen o ohřev vody, ale též např. mrazírny, sušárny apod. V domácím prostředí jde třeba o odložený start pračky či myčky nádobí apod. Proměňují se tedy nejen technologie, ale také zavedené zvyklosti a vzorce spotřeby. **Sít' se tak prakticky stává velkým říditelným sdíleným úložištěm elektřiny, ne pouze jejím jednosměrným vedením** (tzv. chytrá síť, smart grid).

Základní požadavky, od kterých se odvíjí transformace energetiky

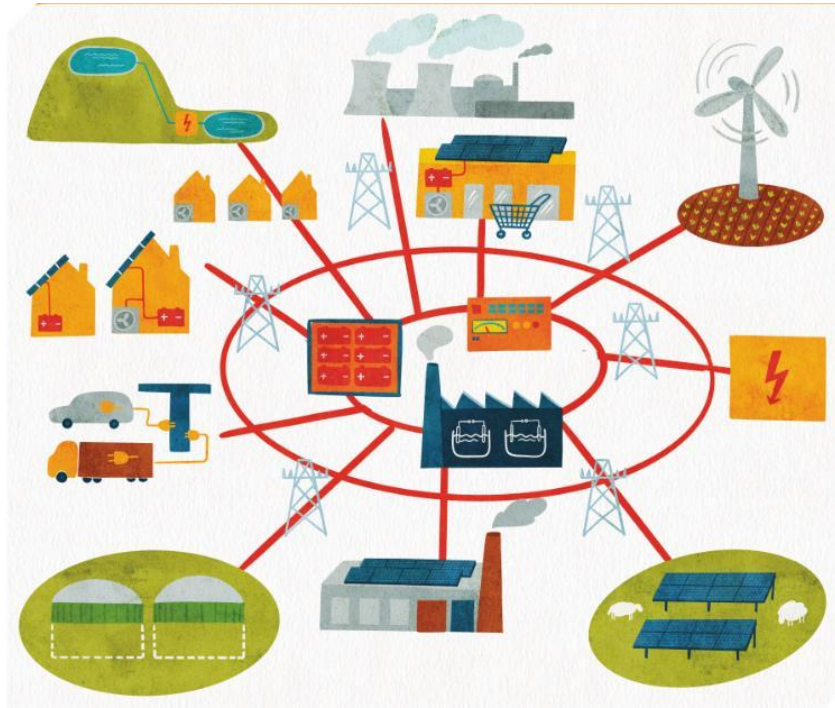
1. nízké emise: z důvodu nutnosti dekarbonizace, resp. mitigace změny klimatu
2. flexibilita sítě: z důvodu zapojení intermitentních zdrojů (OZE)
3. nízká cena energie: z důvodu dostupnosti pro odběratele

Transformace energetiky spočívá kromě dekarbonizace v nových funkcích distribuční sítě. Už nejde pouze o vedení elektřiny z velkých výroben k odběratelům, neboť moderní síť (tzv. **chytrá síť, smart grid**):

- vede elektřinu obousměrně, protože řada spotřebitelů je zároveň výrobcí energie,

- kombinuje široké spektrum zdrojů (viz tabulku níže),
- energii různými způsoby ukládá (akumuluje, zálohuje) pro pozdější využití,
- má výrazně vyspělejší systém řízení, měření a regulace,
- umožňuje cenovou regulaci poptávky v reálném čase.

Proměna energetiky vede zároveň ke změnám v průmyslu, dopravě, bydlení apod.



https://drive.google.com/file/d/1YFMVcjZIFE_mQqb2VFtFyYzABuWrcBsc/view?usp=sharing

Chytrá síť (smart grid): synergie mezi výrobou, spotřebou, flexibilitou a akumulací.

Jak jednotlivé prvky fungují v rámci sítě?

Kde se energie vyrábí, kde skladuje a kde spotřebovává?

Které z prvků slouží k vyvažování sítě?

Zdroje energie kombinované v současné praxi

Kategorie zdroje	Popis	Příklady	Vlastnosti / poznámky
Řiditelné	Lze rychle spustit/zastavit, regulovat výkon podle potřeby	plynové elektrárny, vodní přehrady, biomasové zdroje	Flexibilní, vhodné k vyrovnávání špiček, často vyšší provozní náklady
Obtížně říditelné (baseload)	Běží stabilně na konstantní výkon, obtížná regulace	jaderné elektrárny, velké uhelné bloky	Zajišťují stálý základní výkon v síti, méně vhodné na vyrovnávání výkyvů
Proměnlivé (intermitentní)	Výroba závislá na přírodních podmínkách, člověk ji nemůže řídit	OZE: solární, větrné, malé vodní elektrárny bez přehrady	Čisté, levný provoz, ale nestálá dodávka → potřeba akumulace
Akumulační	Ukládají přebytečnou energii a dodávají ji později	přečerpávací elektrárny, baterie, vodík	Stabilizace sítě, vyrovnání rozdílů výroby a spotřeby, ale se ztrátami
Decentralizované	Malé zdroje blízko spotřebitelů	solární panely na střechách, bioplyn, obecní kotelny	Snižují ztráty přenosem, zvyšují odolnost sítě, vyžadují chytrou koordinaci
Centralizované	Velké zdroje napojené na přenosovou soustavu	jaderné, velké uhelné, velké vodní přehrady	Vysoký výkon, efektivní výroba ve velkém, ale závislé na robustní síti

Charakteristika obnovitelných zdrojů ve vztahu ke klimatu

Silné stránky OZE:

- umožňují lidstvu dostatečně účinně reagovat na výzvu současné klimatické krize a **dosáhnout v přijatelné době dekarbonizace** lidských aktivit,
- pojí se s nimi **decentralizace a demokratizace energetiky**, což je důležitý milník na cestě ke svobodě a nezávislosti jednotlivců či komunit prakticky na celém světě,
- umožňují přístup k **velmi levné energii pro všechny státy** bez ohledu na její koncentrovaná ložiska a geopolitické vlivy (srovnej s ložisky fosilních paliv),
- poskytují **bezpečnou dodávku energie** i v případě vojenských konfliktů, přírodních katastrof či jiných mimořádných událostí,
- umožňují vyrábět energii s **minimem odpadů a prakticky bez produkce toxických látek**,
- lze je vlastnit a provozovat **lokálně a nezávisle** na velkých sítích či velkých elektrárnách a ekonomických zájmech firem.
- **DÁLE:**
 - návaznost na komunitní energetiku (spotřeba i výroba elektřiny se děje více v daném místě)
 - návaznost na místní podmínky, toky látek a energií: např. biomasa z farem a okolních lesů, využití střech veřejných budov, využití ideální specifické konfigurace terénu aj.
 - snazší instalace, sdílení, povolování
 - menší bezpečnostní riziko
 - rychlejší technologický vývoj a možnost inovací
 - snadnější odstavení, opravy, modernizace

Slabé stránky OZE:

- jde o **technicky různorodou skupinu zařízení**, fungující na odlišných fyzikálních principech, jejich kombinace mezi sebou i s dalšími zdroji je technickou výzvou
- některé jsou **závislé na prakticky neovlivnitelných vnějších faktorech**, např. na počasí aj. (slunce - tma, vítr - bezvětří, voda v krajině - sucho),
- k plnému využití výhod OZE je **nezbytné adaptovat přenosovou a distribuční soustavu** energie - rozvíjet transkontinentální spolupráci,

flexibilitu sítě, prvky regulace a akumulace energie (viz tzv. chytrá síť, smart grid).

Silné stránky OZE a jejich nezastupitelnost v energetice jsou nezpochybnitelné. Co může být vnímáno z jedné strany jako problém a dodatečné náklady, je současně nová příležitost. **Zásadní otázkou v každé rozhodovací situaci je, zda silné stránky vyvažují slabé stránky OZE, resp. jak jsou slabé stránky OZE v konkrétních situacích a systémech řešitelné.**

Vítr a slunce

Největší využití mezi obnovitelnými zdroji připadá na větrné a solární elektrárny. Materiálová a energetická náročnost a návratnost fotovoltaické elektrárny je 1-3 roky, životnost o dost více než 25 let, vyrobí více než 20*víc, než spotřebuje. Energetická návratnost je v případě větrné elektrárny pouhých 5-8 měsíců a její životnost je min 20 let. Vyrobí tedy 40-60*víc energie, než spotřebuje.

Pro zajímavost: Růst výkonu solárních zdrojů byl v letech 2 013–2 021 v ČR +5 %, svět +800 %.

Solární i větrné elektrárny fungují po celém světě již desítky let, jejich výroba prudce zlevňuje a instalovaný výkon rychle narůstá. Je nezbytné uvážlivě plánovat jejich umístění v krajině,

- aby jejich výroba byla co nejvíce efektivní,
- abychom co nejrychleji nahradili fosilní zdroje,
- aby nedocházelo ke konfliktu s ochranou přírody,
- aby nedocházelo k narušování krajinného rázu.

Více viz:

<https://ourworldindata.org/search?topics=Renewable+Energy&resultType=all>

Voda

Ve vztahu ke klimatu mají důležité postavení vodní elektrárny, které přeměňují potenciální energii vody na elektřinu. V ČR rozlišujeme malé vodní elektrárny (do 10 MW, nejčastěji na potocích či bývalých mlýnských náhonech), střední (do 100 MW, na říčkách) a velké (nad 100 MW na velkých řekách a přehradách). Zatímco malé vodní elektrárny jsou závislé na proměnlivém přítoku vody v průběhu sezóny, střední a velké provozy mohou v průběhu roku zajišťovat relativně stabilní dodávku bezemisní elektřiny. Velké přehradní nádrže samy o sobě formují místní mikroklima, jsou součástí protipovodňové ochrany a fungují i jako zásobníky užitkové, závlahové i pitné vody. Kromě některých technických problémů (přehrady se zanášejí bahnem, voda se v nich kazí, kumulace škodlivin apod.) je však třeba zmínit, že všechny vodní elektrárny jsou závislé na médiu, které se vlivem klimatické změny stává nedostatkovým – vodě v krajině. Dodávky elektřiny z vodních elektráren budou tedy v našich podmínkách čím dál více závislé na novém vodním režimu krajiny a očekávaných příchozech sezónního sucha. Stav krajiny a její schopnost zadržovat vodu se tak stává novým limitem pro výrobu elektřiny.

V ČR funguje řada přečerpávacích elektráren, které mají velký význam při zajištění flexibility sítě. V době nadbytku energie v síti tyto elektrárny přečerpávají vodu do zásobníků, při jejím nedostatku zásobníky vypouštějí a vyrábí při tom elektřinu. Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně v Jeseníkách je největší tohoto typu v Česku a jedna z největších v Evropě.

Vodík

Využití má potenciálně hlavně v letecké dopravě, výrobě cementu a oceli. Samotnou výrobu vodíku je však nutné dekarbonizovat. Hustota energie vodíku je velmi malá. Zabere 3-4* více lahví, než zemní plyn. Jedna třetina energie vodíku se spotřebuje na jeho zkapalnění, které je nezbytné pro jeho přepravu. Doposud není dořešena infrastruktura pro vodík a také bezpečnost jeho využití. Vodík vyrobený z fosilních paliv nebude levnější než fosilní paliva, vodík vyrobený elektrolýzou vody nebude levnější než elektřina, ale má smysl ho vyrábět v době přebytku energie z větrných a solárních elektráren a využívat ho v podstatě jako úložiště energie. K masivnímu rozšíření vodíkové technologie proto dosud nedošlo.

Další zdroje energie

Jako další zdroj energie lze v příhodných místech využívat zemské teplo. Geotermální energie má potenciál k vytápění, ale i chlazení. Stará důlní díla lze zase využít jako sezónní úložiště tepla. Dostupných technologií je pochopitelně více, avšak většina z nich teprve čeká na své široké uplatnění zejména kvůli vysoké ceně.

Ukládání energie

Baterie jsou výborné na vyrovnání sítě v řádu milisekund až minut. Na delší (např. sezónní) akumulaci energie se však nehodí – k tomu je vhodná vodíková technologie. Krátkodobé ukládání elektřiny (např. v bateriích) je flexibilní zdroj elektřiny vyrovnávající špičkové odběry. Dlouhodobé ukládání je bráno spíše jako zásoba. Záloha 1GWh v baterii stojí 25 mil Kč, vodík 100 mil Kč. Současné baterie mají velmi sofistikované řízení, které pracuje s předpovědí počasí, obchoduje s energií na burze apod. Elektřinu, která momentálně nemá využití, lze ale využít i jinak. Odevzdávat elektřinu z domácí výroby do sítě a zpět ji nakupovat není ekonomicky výhodné.

Srovnání zdrojů elektřiny náklady, využití, energetická návratnost a perspektiva využití

zdroj	náklady (€/MWh)	aktuální využití v ČR (TWh)	potenciál v ČR (TWh)	doba přípravy zdroje (roky)	energetická návratnost EPBT	životnost zdroje (roky)	emisní náročnost (g CO ₂ /kWh)
fotovoltaika	50	2	40-100	1-5	1-3	30+	40
větrné elektrárny	50	1	10-30	1-10	<1	20+	10
vodní elektrárny	40-100	2	2	2-14	1-2	100	4
zdroje biomasa	100-200	5	10-25	2-7	3-4	20+	bezemisní proces, ale ne doprava aj.
plynová elektrárna	100	4	?	2-5	<1	30+	500
jaderné elektrárny	100-150	30	40-50	min. 15	5-7	60-80	12
uhelné elektrárny	100	30		5-10	<1	40-50	900
malé modulární jaderné reaktory	100-200	0	10-30	?	5-7	?	?
nyní potřeba		60					
celkem potřeba		100					

Tabulku sestavil R. Andres 2025 podle <https://faktaoklimatu.cz/>, <https://www.iea.org/> a <https://ourworldindata.org/>.

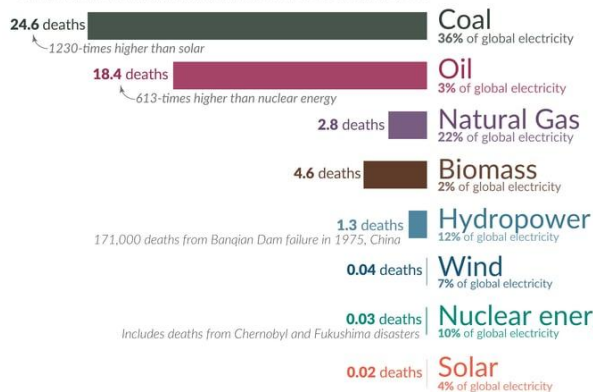
Z hlediska emisí CO₂ je fotovoltaika 10x lepší než plyn, 20x lepší než uhlí. Vítr je na tom emisně ještě 4x lépe než fotovoltaika. Kdyby se plocha pro pěstování řepky na energetické účely pokryla solárními panely, vyrobí se 40x více energie.

Další hlediska na zdroje energie představují emisní náročnost a bezpečnost.

What are the **safest** and **cleanest** sources of energy? Our World in Data

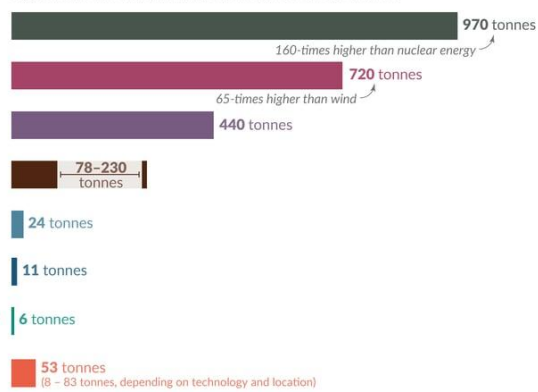
Death rate from accidents and air pollution

Measured as deaths per terawatt-hour of electricity production.
1 terawatt-hour is the annual electricity consumption of 150,000 people in the EU.



Greenhouse gas emissions

Measured in emissions of CO₂-equivalents per gigawatt-hour of electricity over the lifecycle of the power plant.
1 gigawatt-hour is the annual electricity consumption of 150 people in the EU.



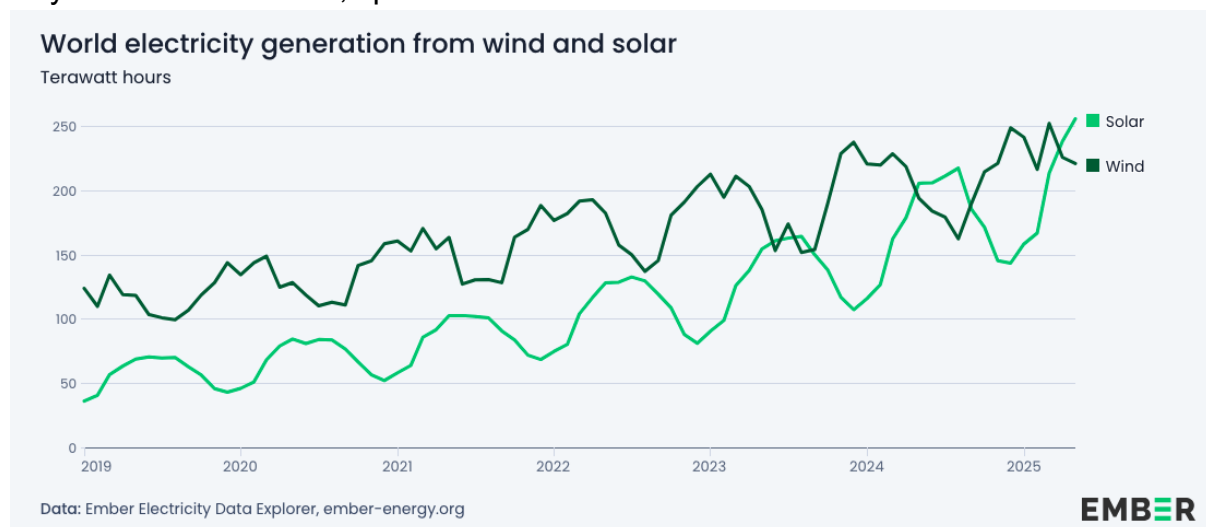
Death rates from fossil fuels and biomass are based on state-of-the-art plants with pollution controls in Europe, and are based on older models of the impacts of air pollution on health. This means these death rates are likely to be very conservative. For further discussion, see our article: [OurWorldinData.org/safest-sources-of-energy](https://ourworldindata.org/safest-sources-of-energy). Electricity shares are given for 2021. Data sources: Markandya & Wilkinson (2007); UNSCEAR (2008; 2018); Sovacool et al. (2016); IPCC AR5 (2014); UNECE (2022); Ember Energy (2021). OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

Spřažené technologie

Vítr a slunce

Využití větrných a solárních elektráren se v průběhu roku dobře doplňuje (viz obrázek). Když méně svítí slunce, zpravidla o to více fouká vítr.



[https://ember-energy.org/data/electricity-data-explorer/?utm_source=chatgpt.com&fuel=wind and solar](https://ember-energy.org/data/electricity-data-explorer/?utm_source=chatgpt.com&fuel=wind%20and%20solar)

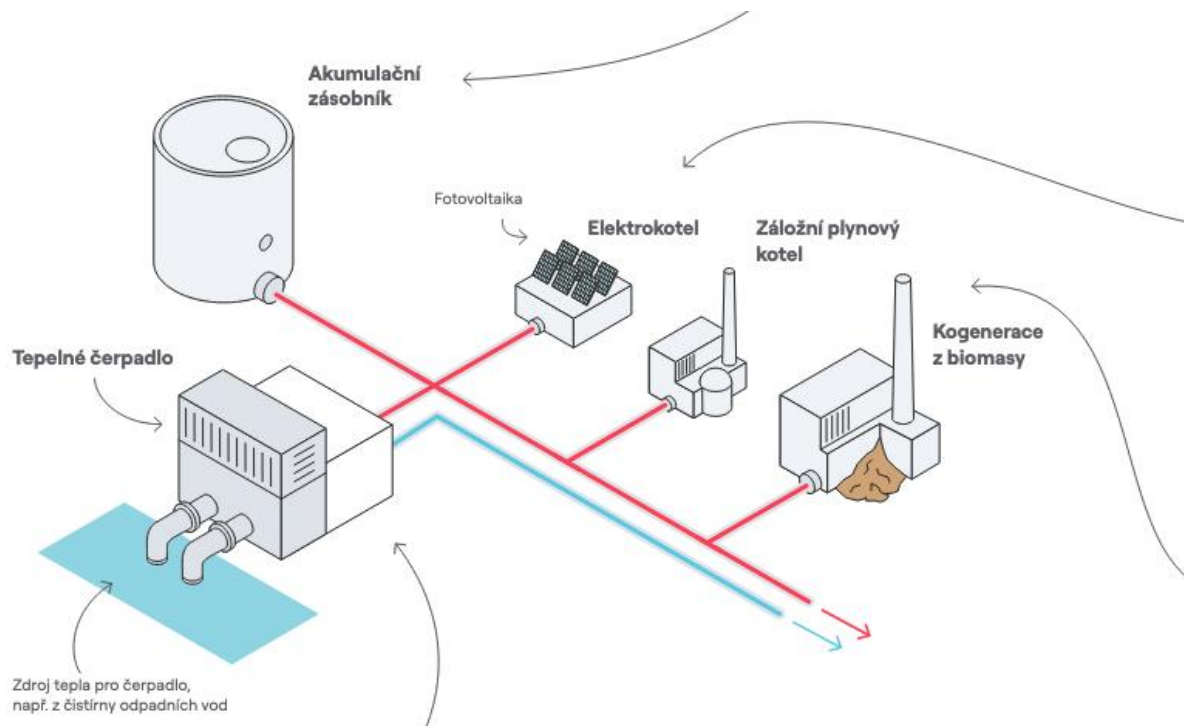
Tepelná čerpadla spolu s bezemisními zdroji elektřiny

Tepelné čerpadlo čerpá teplo ze svého okolí (vzduch/voda/země) a po malých množstvích ho přesouvá do interiéru domu. Poměr mezi spotřebovanou elektřinou pro pohon a výsledným teplem udává tzv. topný faktor, resp. COP (Coefficient of Performance). Ten zjednodušeně řečeno udává, kolik jednotek tepla tepelné čerpadlo může přesunout za použití jedné jednotky energie. Během léta může zařízení fungovat i v opačném směru: odebírá teplo z interiéru a uvolňuje ho do vnějšího prostředí, čímž funguje jako klimatizace - v létě chladí a v zimě topí.

Tepelná čerpadla pracují v rozmezí venkovních teplot přibližně od - 20°C, nejúčinnější jsou mezi 5–15 °C (závisí na typu technologie). **S nástupem nízkoenergetických staveb dnes budovy ke svému provozu potřebují mnohem méně tepla než v minulosti, a proto je mohou tepelná čerpadla vytápět bez problémů.** Kombinace tepelného čerpadla s bezemisními zdroji elektřiny v distribuční soustavě nebo lokálními zdroji (větrné či solární elektrárny) dává velký smysl z pohledu financí, flexibility sítě a ochrany klimatu.

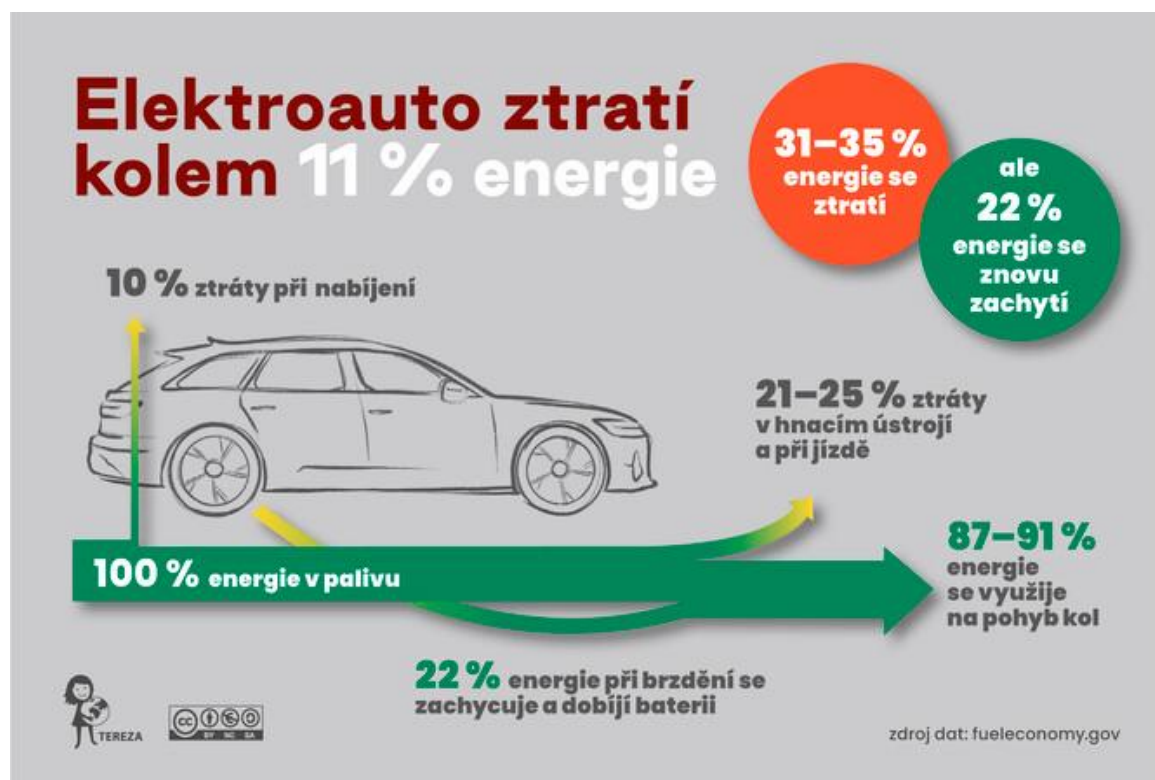
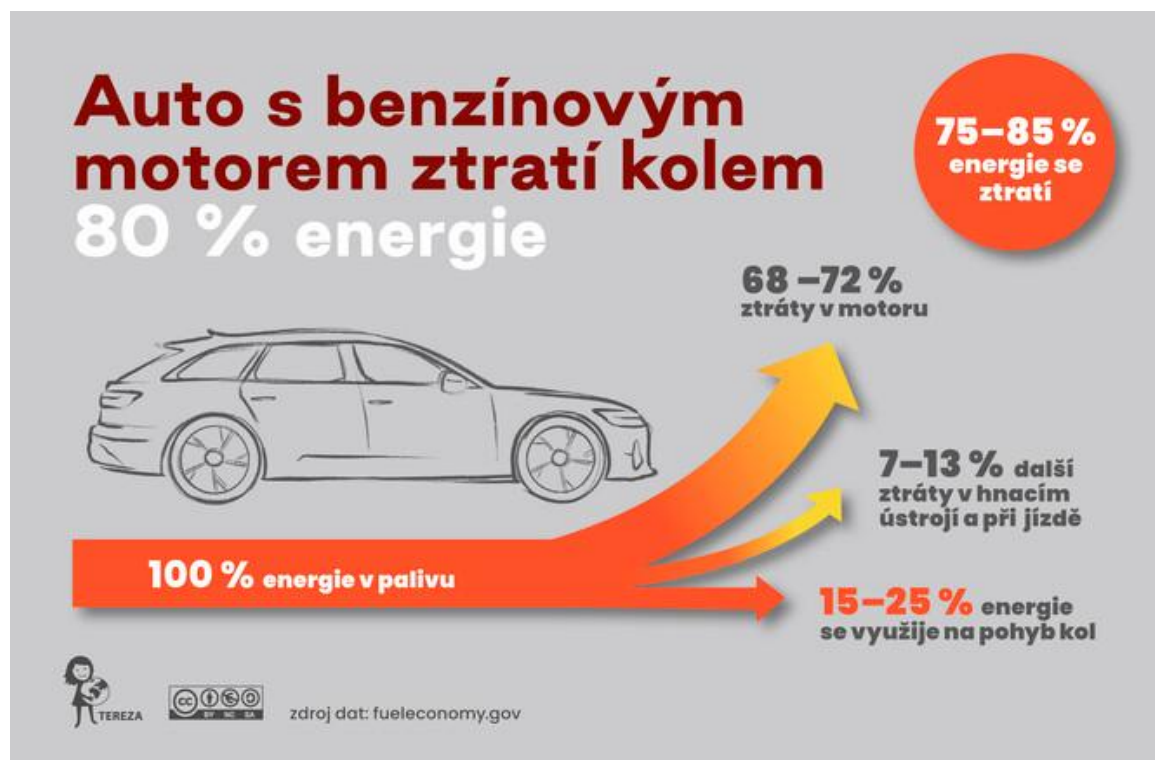
V teplárenství čeká tepelná čerpadla obrovská příležitost jak při přímém nasazení (tepelné čerpadlo vytápí přímo nějaký objekt), tak v oblasti **centrální výroby tepla** (pro skupinu domů, sídliště, průmyslový komplex aj.). V tzv. **hybridních teplárnách** předežívají velká tepelná čerpadla topnou vodu do akumulčních zásobníků a ta je následně podle potřeby dohřívána v místě spotřeby tepla (např. ve škole) různými technologiemi – fotovoltaikou, plynovými kotli, paroplynovými či kogeneračními jednotkami. Výhodou je vysoká úspora emisí a nízké ztráty při vedení tepla, neboť systém pracuje s nižší teplotou vody (55-70°C), než v případě tradičních spalovacích zdrojů (70-150 °C). Dnes už v místnostech nemáme rozpálené vysokoteplotní radiátory, ale nízkoteplotní radiátory, nástěnné či podlahové systémy.

Velká tepelná čerpadla centrální výroby tepla mají analogicky využití i v chlazení. Ostatně i běžné domácí klimatizační jednotky či ledničky využívají totožného fyzikálního principu.



Příklad funkce velkých tepelných čerpadel v teplárenství.
<https://faktaoklimatu.cz/assets-local/files/atlas-dekarbonizace-ceska.pdf>

Elektropohony nemají být pouze náhradou za spalovací technologii. Mají významně zvýšit efektivitu a radikálně zmírnit dopady na ŽP a zdraví (hluk, emise škodlivin, prach z ventilátorů, nepotřeba chlazení, technologicky jednodušší...). Elektromobily slouží m.j. i jako úložiště energie a vyvažovací prvky sítě. Kvůli nutnosti dekarbonizace musíme co nejvíce zařízení převést na elektrický pohon.



Vodní režim krajiny a flexibilita sítě

Řada technologií na výrobu energie se neobejde bez přísunu velkého množství vody. Nejde jen o vodní elektrárny, ale i uhelné, paroplynové či jaderné elektrárny, kde se voda spotřebovává na chlazení. Ač se to příliš nezmiňuje, drtivá většina zdrojů elektřiny v ČR je tím pádem závislá na vodním režimu krajiny a tedy zranitelná vůči suchu. A suchu je na našem území s jistotou očekávaný důsledek probíhající změny klimatu... Ohrožena je nejen výroba, ale i úložiště energie (přečerpávací elektrárny, velká bateriová úložiště aj.), čili flexibilita sítě. Toto riziko do jisté míry řeší vyšší podíl zdrojů nezávislých na vodě (fotovoltaika, větrné elektrárny), především je ale v našem zájmu chránit a podporovat vodu v krajině.

Energetické využití biomasy

Prakticky po celém světě jsou tradičně využívány nejrůznější rostliny na výrobu tepelné energie či (s pomocí jejich spalování) elektrické energie, resp. obou typů energie v kombinaci (kogenerace). Příkladem může být v přírodě běžně dostupné dřevo, rákos,

Umístování OZE do krajiny

Při umístování všech typů výroben v území je nutné vycházet z vhodnosti lokality pro danou technologii (např. dostatek záření pro fotovoltaiku, voda pro vodní turbínu) a současně je nezbytné respektovat pravidla daná legislativou, zájmy obyvatel, ochrany přírody a krajinný ráz, stejně jako zájmy komunit a parametry sídel, v jejichž blízkosti mají být výroby umístěny. V praxi nejde mnohdy o ideál, ale o nejlepší dosažitelný kompromis více protichůdných vlivů: Na jedné straně psychologický vliv nových (cizorodých) technologií, emoce, mýty, aktivity zájmových skupin a manipulace s veřejným míněním, na druhé straně snaha o racionální přístup a respektující konstruktivní komunikace, technická data, legislativní požadavky, celospolečenský zájem a závazky.

Paradoxně si mnozí z nás zvykli tolerovat železobetonová síla na obilí, velkoplošnou reklamu, kouřící monstra uhelných elektráren, logistické areály na okrajích měst, zadrátované a neprostupné velkoprodukční vinohrady či fóliovníky velkozahradnictví a někoho zase dráždí větrníky a fotopanely, které se kolem nás nově objevují.

Čím je rozvoj obnovitelných zdrojů limitován?

- Konflikty s legislativou (resp. jejím výkladem) v oblasti ochrany vodních zdrojů, zdraví obyvatel, ochranou přírody (zásah do biotopů) a krajiny (krajinný ráz).
- Přednost by mělo dostat využití brownfields a oblasti s nižší přírodní hodnotou krajiny. Ale ani v chráněných územích nemusí být všechny druhy OZE za všech podmínek tabu.
- Špatná komunikace a nevhodný formální postup umístování – obojí se projeví ve zbytečných průtazích povolovacího procesu.
- Špatně umístěná technologie pochopitelně nepřináší optimální výsledky. Dostatek vody, slunce či větru s výhledem na několik dekád dopředu je limitující.
- Místním lidem nejsou zřejmé principy fungování technologie ani profit z její blízkosti. Mnohé výroby při tom právě zajišťují bezpečné dodávky elektřiny nejbližším obcím, některé z jejich akceptace mají i ekonomický zisk.

Decentralizované zdroje solární, větrné či vodní energie lze provozovat prakticky všude tam, kde jsou k tomu vhodné osvitové, resp. větrné či hydrologické podmínky, ať už je to na horách, v nížinách, na budovách, ve městech či ve volné krajině. Povolovací proces i doba výstavby je rovněž nesrovnatelně kratší než v případě velkých konvenčních zdrojů.

Fotovoltaika i větrné elektrárny ke svému provozu nepotřebují prakticky žádnou jinou infrastrukturu než připojení k přenosové soustavě. To je velká výhoda oproti fosilním

zdrojům i jaderným elektrárnám, kdy výroby potřebují soustavně přivádět palivo, odvážet odpad, provádět náročnou údržbu apod.

Vodní elektrárny mají také své limity. Při jejich plánování je potřeba vědět, že budování přehrad zničí či negativně ovlivní mnohé biotopy, ovlivní vodní režim krajiny v širokém okolí apod. Potenciál pro nové instalace vodních elektráren v ČR je už velmi malý.

Další obnovitelné zdroje energie (bioplynové stanice, kogenerační jednotky na biomasu i samotné pěstování energetických plodin) pochopitelně mají svá vlastní specifika, ovšem mnohdy nebudí emoce a nepřitahují pozornost tolik, jako nové prvky – fotopanely a větrníky.

OZE a ochrana půdy

Srovnáme-li ekologickou zátěž půdy při **konvenčním zemědělství** a při využití pozemku pro větrnou či solární energetiku, dojdeme k zajímavému zjištění.

Konvenční zemědělství ovlivňuje pozemek mechanickým zpracováním půdy, odčerpáváním (růst rostlin) a doplňováním živin (převážně minerální hnojiva), dále utužováním půdy přejezdy těžké techniky (10-20 přejezdů za sezónu) a především mnohočetnou aplikací pesticidů. Půda tím ztrácí úrodnost a je ohrožena erozí.

V případě kombinace zemědělství s fotovoltaickou výrobou energie (**agrovoltaika**) je dopad na půdu zcela odlišný. Mezi fotovoltaickými panely lze pěstovat nejrůznější víceleté plodiny či pást přežvýkavce. Panely mají pozitivní vliv na zastínění a udržení vody na pozemku i tvorbu humusu. Sníží se zátěž půdy – odpadá mnoho zemědělských operací vč. přejezdů těžké techniky a aplikace pesticidů. Výsledkem je regenerace a zvýšení úrodnosti půdy a dvojí ekonomické zhodnocení pozemku. Agrovoltaika se dá využít i pro konzervaci kvalitní zemědělské půdy pro budoucnost.

Analogický, i když složitější, je vztah větrných elektráren či pěstování energetických plodin na zemědělských pozemcích. Obě technologie v zásadě do přispívají k ochraně půdy či jejímu šetrnému využití, avšak je třeba posoudit konkrétní situaci zvlášť, neboť různé situace větrníků i různé plodiny i mohou mít v důsledku na půdu odlišný vliv (např. pěstování kukuřice přispívá v mnoha situacích k erozi půdy).

Např. [Research shows how solar arrays can aid grasslands during drought | News & Media Relations | Colorado State University](#)

Doporučená literatura a použité zdroje

1. [What are the safest and cleanest sources of energy? - Our World in Data](#)
2. [Energy - Our World in Data](#)
3. [Renewable Energy - Our World in Data](#)
4. [International Energy Agency](#)
5. [Atlas energie](#)
6. [Atlas uhlí](#)
7. [Energie bez emisí](#)
8. [Jak spolehlivě vyrábí v Česku solární a větrné zdroje?](#)
9. <https://energy-charts.info/charts/power/chart.html?l=en&c=CZ>
10. <https://faktaoklimatu.cz/studie/2023-rozvoj-obnovitelne-energie-v-cesku-do-2030?q=plynov%C3%A9%20ektr%C3%A1rny>
11. [Podíl OZE na výrobě elektřiny v EU a Británii](#)
12. [Gravitační skladování energie](#)
13. <https://www.amo.cz/cs/klimatym/maroko-imperium-udrzitelnosti/>
14. [Ústup od topných olejů a přechod na biomasu](#)
15. <https://2050podcast.cz/epizody/80-domacnosti-flexibilita>
16. <https://2050podcast.cz/epizody/75-bez-uhli>
17. <https://2050podcast.cz/epizody/47-ceps>
18. <https://2050podcast.cz/epizody/2-transformace-energetiky>
19. <https://open.spotify.com/episode/2gkOqNnhGnGP7WVUuDgeKd?si=NhUEDiUBQRywf18dcjgr6g>
20. <https://open.spotify.com/episode/16rbtIsczort6F5j5GKRjx?si=9mYKwEtAS42E1pRxEXHxHA>
21. <https://2050podcast.cz/epizody/38-CCS>
22. <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/petr-danis-ulpivani-na-spalovacich-motorech-se-cesku-nevyplati.1.dil-o-energeticke-efektivite>
23. <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/petr-danis-ulpivani-na-spalovacich-motorech-se-cesku-nevyplati.2.dil-o-bezpecnosti-a-konkurenceschopnosti>
24. <https://ourworldindata.org/search?topics=Renewable+Energy&resultType=all>
25. <https://www.iea.org/>
26. <https://faktaoklimatu.cz/assets-local/files/atlas-dekarbonizace-ceska.pdf>

Zařízení s největším podílem na flexibilitě sítě nebo akumulaci elektřiny

Flexibilita energetické sítě je v Česku klíčová pro integraci obnovitelných zdrojů a zajištění stability. Mezi nejdůležitější zařízení, které se na ní podílí, patří primárně **přečerpávací vodní elektrárny a bateriová úložiště**. Dále je to i **průmyslová a domácí spotřeba s možností řízení (tzv. demand response)**.

Následuje seznam 10 zařízení, která mají největší podíl na flexibilitě sítě nebo akumulaci elektřiny v době jejího nadbytku.

1. Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně

- **Technologie:** PVE Dlouhé stráně je největší vodní elektrárna v Česku a jedna z největších v Evropě. Slouží jako obří akumulátor energie, který dokáže rychle reagovat na potřeby sítě.
- **Akumulace:** 3 700 MWh, což je nejvyšší hodnota v zemi.
- **Flexibilita:** Je schopna přepnout z režimu turbínového do režimu čerpadlového a naopak během několika desítek sekund, což je pro stabilizaci sítě zásadní.

2. Přečerpávací vodní elektrárna Dalešice

- **Technologie:** Tato elektrárna na řece Jihlavě funguje jako přečerpávací vodní elektrárna s vysokým výkonem.
- **Akumulace:** 2 300 MWh.
- **Flexibilita:** Umožňuje rychlé dodávání elektřiny do sítě při vysoké poptávce, a naopak spotřebu přebytků v době nízké spotřeby.

3. Přečerpávací vodní elektrárna Štěchovice II

- **Technologie:** Menší PVE, která plní podobnou funkci jako Dlouhé stráně a Dalešice, ale s menším výkonem.
- **Akumulace:** 200 MWh.
- **Flexibilita:** Díky své rychlosti je důležitá pro **primární regulaci frekvence**, tedy pro okamžité vyrovnání drobných výkyvů.

4. Bateriové úložiště ve Vítkovicích

- **Technologie:** V roce 2023 bylo spuštěno jako největší bateriové úložiště v ČR.
- **Akumulace:** 9,45 MWh.

- **Flexibilita:** Slouží primárně k **poskytování podpůrných služeb** výkonové rovnováhy (SVR) a stabilizaci přenosové soustavy. Je ideální pro velmi rychlé reakce na výkyvy.
-

5. Bateriové úložiště v Tušimicích (BAART)

- **Technologie:** Jeden z prvních a významných bateriových projektů u uhelné elektrárny.
 - **Akumulace:** 2,8 MWh.
 - **Flexibilita:** Testuje a umožňuje propojení moderních technologií s konvenčními zdroji a využívá se k poskytování SVR.
-

6. Elektrárny se záložními agregáty

- **Technologie:** Jedná se o menší plynové nebo dieselové generátory, které slouží jako záložní zdroje pro průmyslové podniky nebo datová centra.
 - **Flexibilita:** V rámci **agregace flexibility** mohou být tyto agregáty na dálku aktivovány a poskytovat dodatečný výkon pro síť, aniž by došlo k narušení jejich primární funkce.
-

7. Průmyslové závody (tzv. demand side response)

- **Technologie:** Velké průmyslové podniky (např. ocelárny, chemičky) s vysokou spotřebou elektřiny.
 - **Flexibilita:** Mohou dočasně **omezit svou spotřebu** v době nedostatku elektřiny v síti. Tato řízená poptávka je jedním z nejdůležitějších zdrojů flexibility.
-

8. Domácnosti s bateriovými úložišti a fotovoltaikou

- **Technologie:** Stále rostoucí počet domácností s fotovoltaickými panely a bateriemi.
 - **Flexibilita:** Malé baterie v domech se sdružují do tzv. **virtuálních elektráren** (agregace), které mohou na povel operátora sítě odebírat přebytky elektřiny nebo ji dodávat zpět do sítě, čímž pomáhají s její stabilitou.
-

9. Domácí spotřebiče (např. bojler a tepelná čerpadla)

- **Technologie:** Zařízení s akumulační schopností, která spotřebovávají velké množství elektřiny.
- **Flexibilita:** Díky **chytrému řízení** a novým tarifům mohou bojler a tepelná čerpadla zapnout ohřev vody (spotřebu) v době, kdy je v síti přebytek elektřiny (např. během slunečného poledne) a vypnout ho v době špičky.

10. Elektrická vozidla (V2G, Vehicle-to-Grid)

- **Technologie:** Elektroauta vybavená obousměrným nabíjením.
- **Flexibilita:** V budoucnosti, s masivním nástupem elektromobility, budou moci elektromobily sloužit jako mobilní bateriová úložiště. Nabíjet se budou při nadbytku energie a v době potřeby ji mohou dodávat zpět do sítě. Tato technologie je zatím ve fázi pilotních projektů, ale představuje obrovský potenciál pro budoucí flexibilitu.

Obnovitelné zdroje energie a biodiverzita

Metodika pro 31. kolo soutěže Ekologická olympiáda
Vypracoval: Ing. Jan Moravec

OZE a biodiverzita

Obnovitelné zdroje energie, stejně jako jakákoli jiné technické infrastruktura v krajině, mají pochopitelně různé – často negativní – vlivy na své okolí. Tyto vlivy by se neměly stávat záminkami pro odmítání OZE, ale měly by být brány v úvahu při projektování a provozování jednotlivých zařízení, aby byly minimalizovány.

Tento text se týká výhradně vlivu OZE na biodiverzitu. Neřeší vliv na krajinný ráz či jiné aspekty.

Fotovoltaické elektrárny

U fotovoltaických zdrojů energie umístěných na objektech nejsou uváděny žádné vlivy na biodiverzitu. Dále se proto budeme zabývat pouze fotovoltaickými elektrárnami umístěnými na pozemcích.

Fotovoltaické elektrárny jsou z hlediska biodiverzity nejméně problematickým z rozšířenějších obnovitelných zdrojů energie. Vyvarujeme-li se jejich umístění do lokality s hodnotnými biotopy, jsou veškerá případná negativa (bariéra v krajině, chemizace prostředí) fakticky jen důsledek nesprávného projektu či provozu, lze se jim tedy snadno vyhnout. Naopak fotovoltaické elektrárny na orné půdě mohou znamenat odpočinutí půdy od zemědělského provozu a obnovu půdních, v intenzivně obhospodařované krajině mohou areály fotovoltaických elektráren fungovat jako centra biodiverzity. Je však nutno splnit několik základních podmínek:

- Každá fotovoltaická elektrárna musí být oplocená; pro umožnění průchodnosti drobným živočichům by pod pletivem měla být mezera 10-15 cm. Pokud stojí areál fotovoltaické elektrárny v migrační trase velkých savců, měl by být rozdělen na více částí. Doporučuje se po délce 1 km nechat volné koridory min. 50 m široké.
- Klíčová je kvalita a údržba vlastní plochy elektrárny. Údržba travobylinného porostu by měla odpovídat zásadám péče o květnaté louky (obdobné, které se dnes prosazují pro městské trávníky), tedy nepřilíš časté mozaikové sečení a odklizení veškeré posečené hmoty z plochy (žádné mulčování). Ještě lepší je řízená pastva ovcí.

Čím lze biodiverzitu fotovoltaické elektrárny ještě zvýšit?

- vytvoření květnaté louky z regionálních zdrojů – podrobnosti, jak na to, viz www.louk.cz
- pestrost – nejen mozaikové sečení, ale i ponechání či vytváření disturbovaných ploch, případně, kde je voda, i mokřadních ploch, vytvoření kompostů, hromad dřeva či kamení...
- v místech, kde nestíní solárními panelům (nejen uvnitř plochy elektrárny, ale například i ve vnějším sedmimetrovém ochranném pásmu, výsadba našich původních keřů, respektive při severním okraji areálu i stromů, poskytující ptákům i dalším živočichům úkryt, místo k hnízdění i potravu po co nejdelší období v roce; tam, kde toto z jakéhokoli důvodu není možné, lze částečně nahradit popínavými rostlinami na oplocení
- umístění umělých hnízdních dutin, už již by šlo o budky, polobudky či třeba „hmyzí hotely“

Podrobně jsou návody, jak zvyšovat biodiverzitu fotovoltaických elektráren, popsány v metodice, kterou vydal v roce 2024 Český svaz ochránců přírody a kterou lze volně stáhnout na www.louky.cz/wp-content/uploads/Metodika-Podpora-biodiverzity-v-arealech-fotovoltaickych-elektren.pdf

Větrné elektrárny

U větrných elektráren se uvádí riziko pro ptáky a netopýry.

V případě **ptáků** se zvažuje zejména mortalita a úbytek (fragmentace) vhodných biotopů.

Co se mortality týče, dosavadní výzkumy ukazují, že úmrtnost ptáků způsobená větrnými elektrárnami sice není úplně zanedbatelná, ale je jen zlomkem oproti úmrtnost způsobená nadzemním vedením elektrovedů či dopravou. V globálu tedy nejde o zásadní problém. Problém však nastává u druhů s nízkou reprodukční schopností a oslabenými populacemi, kde se počítá každý jedinec. Jde především o některé druhy dravců (orli, luňák červený), čápi a sovy. Zohledněna by dle podkladů České společnosti ornitologické měla být též místa výskytu a hnízdění tetřeva hlušce, tetřívka obecného, chřástala polního, jeřába popelavého, dropa velkého, bukače velkého, bukáčka malého, lelka lesního, dudka chocholátého a bahňáků (čejka chocholátá, bekasina otavní, vodouš rudonohý). Za citlivé lokality jsou považovány kolonie brodivých, racků a rybáků. V klíčových oblastech výskytu těchto druhů je proto nutno větrné elektrárny nestavět.

Jako **plošné opatření** omezující mortalitu ptáků v důsledku střetu s rotory větrných elektráren se zkouší například barvení lopatek vrtulí tmavšími barvami, aby je ptáci proti obloze lépe viděli, či speciální akustické plašiče ptáků. Účinnost těchto opatření je však sporná. Jako nejefektivnější se jeví zastavení turbín ve chvíli, kdy nastane riziková situace. U ptáků však zatím nejsou na rozdíl od netopýrů (viz dále) propracovány nějaká obecně platná doporučení. Například ve Španělsku se turbíny zastavují v případě přiblížení supů bělohavých, což je oznamováno na základ sledování jejich pohybu. Obecně lze říct, že ke kolizím větrných turbín s ptáky dochází nejčastěji v prvních dvou hodinách po setmění, takže pokud bychom chtěli definovat nějakou dobu, kdy by mohlo být efektivní turbíny zastavovat, jde právě o tuto dobu na začátku noci.

Zásadnějším negativním vlivem větrných elektráren na ptačí populace se jeví fakt, že u některých skupin ptáků bylo pozorováno, že se oblastem, kde turbíny stojí, vyhýbají. Tento zdánlivě pozitivní efekt (snižuje mortalitu) vede k úbytku a fragmentaci biotopů využitelných těmito ptáky k hnízdění či získávání potravy, v krajním případě i ke vzniku migračních bariér. Tento negativní vliv je popsán především vrubozobých, jeřábů, dropů a bahňáků, přičemž postižení jsou více ptáci migrující a zimující než ptáci hnízdící. Odstup, který si tyto ptáci od větrných elektráren udržují, se počítá ve stovkách metrů. zejména v případech, kdy jsou takto z dané lokality vyloučeni vrcholoví predátoři a kdy jde o větší souvislé oblasti, může mít tato skutečnost vliv na celý ekosystém. Odrazující efekt větrných elektráren se však liší nejen podle druhů,

ale i podle jednotlivých oblastí, a musí být předmětem dalšího výzkumu. Tyto vlivy **lze omezit vhodným prostorovým řešením** větrného parku. Jako lepší se jeví větrné parky s menším množstvím větších (výkonnějších) turbín před větrnými parky, kde lze stejný výkon získat instalací většího počtu menších větrných elektráren. Mezi skupinami elektráren by měl zůstat dostatečný prostor pro bezpečný průlet migrantů. Pokud jsou turbíny umístěny v řadě a v lokalitě jsou známy hlavní směry přeletů, je třeba stavět turbíny ve směru těchto přeletů, nikoli napříč.

Se zohledněním všech známých faktorů negativního ovlivnění ptačích populací vytvořila Česká společnost ornitologická mapu, na níž je **Česká republika rozdělena na čtyři zóny** dle vhodnosti pro stavbu větrných elektráren právě (a pouze) s ohledem na ornitofaunu. Najdete ji na www.birdlife.cz/mapa-citlivosti-ptaku-vuci-vystavbe-vetrnych-elektraren-v-cesku-novy-nastroj-pro-udrzitelne-planovani.

Výrazně vyšší, než u ptáků je mortalita způsobená větrnými turbínami u **netopýrů**. Nejde ani tolik o usmrcení vlastním pohybem lopatek rotoru, ale zejména o zranění či usmrcení tlakovou vlnou lopatek či o poškození plic průletem plochou ovlivněnou vrtulí, kde před ní a za ní je různý tlak vzduchu (dochází zde k podobnému efektu, jako když se rychle vynoří potápěč). Problém zvyšuje fakt, že netopýry na rozdíl od ptáků větrné turbíny pravděpodobně přitahují; snad je považují za solitérní stromy, kolem nichž jsou zvyklí lovit hmyz. Přičemž míra úmrtnosti se výrazně liší u jednotlivých druhů, největší problém byl zaznamenán u rodů *Nyctalus* a *Pipistrellus* (u druhu *Nyctalus noctula* je v západní Evropě uváděn úbytek v důsledku větrných elektráren až o 20 %). Míra mortality se liší též v průběhu denní doby a v průběhu roku, je závislá na aktuálním počasí. Na základě těchto skutečností vydala Česká společnost pro ochranu netopýrů doporučení:

- Nejvyšší mortalita byla zjištěna v době vzletnosti mláďat, následném rozpadu reprodukčních letních kolonií a postupných podzimních přesunů (migrací) na zimoviště, tj. v našich podmínkách v době od poloviny července do poloviny října. V tomto období doporučujeme vyřadit větrné elektrárny z nočního provozu, tj. v době od západu do východu slunce.
- Kolize s netopýry nastává s největší pravděpodobností při rychlosti větru 3-9 m/s, s maximem při 6 m/s. Doporučujeme, aby v období od dubna do poloviny července byly větrné elektrárny v nočním provozu jen za velmi dobrých větrných podmínek, tj. při rychlosti větru nad 10 m/s. Předpokládáme, že provoz elektráren při slabším větru je již pro výrobu elektrické energie nerentabilní a je tudíž vhodné za této situace zastavit jejich noční provoz úplně.

Pro stanovení objektivních limitů pro provoz konkrétní větrné elektrárny je však nezbytné provést monitoring aktivity netopýrů v daném místě jak před její výstavbou, tak po uvedení elektrárny do provozu. Vzhledem k tomu, že různé druhy netopýrů se pohybují v různých výškových úrovních, je nezbytné provádět monitoring nejen ze země, ale právě v různých výškách, k tomu se úspěšně využívá např. kombinace bat-detektoru a dronu.

Další možné opatření pro minimalizaci mortality netopýrů je odstup turbín od hlavních denních migračních tras netopýrů o minimálně 100 metrů.

V USA se používají plašičky na netopýry, které fungují na principu zahlcení prostoru kolem větrného parku spoustou zvuků na různých frekvencích, což pak neumožňuje netopýrům se tam orientovat a místu se vyhýbají. Pro evropské druhy není toto opatření zatím odzkoušeno, testovat by se mělo snad příští rok (2026).

Vodní elektrárny

Zabývat se zde budeme zejména průtočnými (tedy vesměs malými a středními) vodními elektrárnami. Pro velká vodní díla – akumulační a přečerpávací vodní elektrárny – platí mnohé níže napsané obdobně, navíc přistupují vlivy způsobené zátopou velkého území a mnohem rozsáhlejší doprovodnou infrastrukturou.

Vliv malých a středních vodních elektráren na biodiverzitu vodního toku (včetně jeho břehových oblastí) lze rozdělit do tří skupin – vliv vlastní elektrárny (turbíny), vytvoření příčné překážky na vodním toku a ovlivnění hydrologických charakteristik vodních toků.

Obecně je snaha, aby se do **turbín** nic včetně vodních živočichů nedostalo; nejen z důvodu ochrany těchto živočichů, ale též z důvodů provozních. K tomu primárně složí česla. Česla však zabrání pouze průniku větších živočichů. Čím jsou česla jemnější, tím jsou na jednu stranu účinnější, na druhou stranu se tím častěji zanášejí a zvyšují náročnost na údržbu. Žádná česla nedokážou zabránit průniku vodních živočichů na 100 %. Proto se někdy ještě před česle instalují tzv. behaviorální zábrany čili odpuzovače. Ty mohou být elektronické, světelné, zvukové nebo bublinkové (pneumatické). Založeny jsou na odrazující reakci ryb na podněty různého charakteru. Účinnost a působení jednotlivých typů na různé druhy ryb, ale i různě velké jedince stejného druhu, je velmi rozdílná a značně proměnlivá. Dobrou účinnost vykazují zejména akustické zábrany s použitím infrazvuku.

Jinou cestou je vývoj „fish-friendly“ turbín, tedy technologií, kterými jsou ryby i další vodní organismy schopné proplout s minimem zranění. Takovými technologiemi jsou například gravitační vodní vírové elektrárny či Archimédova (šroubová) turbína. Na klasických „lopatkových“ turbínách (např. Kaplanova turbína) dochází k velmi vysoké mortalitě živočichů i k jejich zranění, na něž mohou uhynout později.

V Německu se některé vodní elektrárny zhruba na týden vyřazují z provozu v době tahu lososů.

Jezy, pro většinu vodních elektráren nezbytné, tvoří příčnou překážku na vodním toku a omezují tam funkci vodního toku coby migračního koridoru. Pro některé druhy ryb, mihulí a dalších vodních organismů mohou tyto překážky (zabránění migrace, fragmentace populací) vést k významnému oslabení až vyhubení populace na daném toku. Nejde zdaleka jen o známé případy druhů, které příčné překážky na vodních tocích v minulosti vytlačily z území České republiky, jako jsou losos, tažné mořské formy pstruha obecného, jeseter velký, síh severní, platýs bradavičnatý či některé druhy mihulí. Jde mimo jiné i o možnost přirozené obnovy z nějakého důvodu

vyhynulých či oslabených populací v určitém úseku vodního roku či o udržení genetické variability i běžnějších vodních organismů.

Neprůchodnost jezu pro ryby a další vodní organismy závisí na jeho výšce i situaci pod a nad jezem. Přičemž rozdílná situace může být při pohybu po proudu a proti proudu. Míra neprostupnosti jezu je samozřejmě rozdílná i pro jednotlivé druhy vodních organismů. Např. losos je schopen skokem překonávat překážky i několik metrů vysoké, pokud má pod překážkou dostatečný prostor k získání potřebné rychlosti a dostatečnou výšku vodního sloupce pro odraz. Naopak např. pro vranku, která nedokáže překonávat překážky skokem, je neprostupný jakýkoli měřitelný rozdíl hladin. Průchodnost příčných překážek je proto třeba přizpůsobit druhům s nejnižšími schopnostmi překážku překonat.

Ke zmírnění tohoto negativního jevu se budují tzv. rybí přechody. Ty mohou být buď přímo součástí jezu (hráze), nebo ve formě obtokového kanálu. Velmi podrobně je problematika rybích přechodů a obecně problematiky zprůchodňování příčných překážek na vodních tocích zpracovaná v publikaci Ministerstva životního prostředí Metodický postup na zlepšení migrační průchodnosti příčných překážek ve vodních tocích ČR (https://mzp.gov.cz/system/files/2024-12/OAZK-Metodika_zlepseni_migracni_pruchodnosti_pricnych_prekazek_na_vodnich_tocich_cr-20120531.pdf).

Jezy však netvoří pouze migrační překážku, ale narušují též přirozenou dynamiku toku. Nad jezem se, v závislosti na jeho velikosti, vodní tok mění fakticky na vodu stojatou. Jez může měnit též teplotu, míru okysličení či další fyzikální a chemické vlastnosti vody nad ním i pod ním. Toto vše sebou samozřejmě nese nezanedbatelný vliv na organismy vázané na vodní prostředí, přičemž tento vliv nemusí být vždy jen negativní. Jde o složitou problematiku, kterou je nutno posuzovat vždy samostatně pro každou lokalitu.

Posledním zásadním vlivem malých vodních elektráren na vodní tok a tím i na jeho biodiverzitu je **odběr vody** z vlastního vodního toku. Toto se stává zásadním zejména při nižších průtocích (suchá období), kdy by odběr vody pro vodní elektrárnu znamenal částečné či úplné vyschnutí původního vodního roku. Toto by mělo řešit „povolení k nakládání s povrchovými vodami“ vydané jako nezbytná podmínka pro provoz dané elektrárny příslušným vodoprávním úřadem. V něm by měl být stanoven minimální průtok, při kterém je již nutné provoz hydroelektrárny omezit či zastavit.

Obecně je možno konstatovat, že v Evropě je v současné době spíše trend odstraňování příčných překážek na vodních tocích a navracení vodních toků do jejich přirozené podoby – viz mimo jiné Nařízení Evropského parlamentu a Rady o obnově přírody (Nature Restoration Law) z 24. června 2024. Řešením by do budoucna mohly být turbíny plovoucí, které se již testují například v Bavorsku.