



Energetika budoucnosti

doc. Ing. Ladislav Rudolf, Ph.D., Ostravská univerzita
Ing. Petr Pavlík, Ph.D., VŠB - Technická univerzita Ostrava



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
OP Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Moravskosleský
kraj



Metodika je jedním z výstupů projektu OP VVV.

Název projektu:	Odborné, kariérové a polytechnické vzdělávání v MSK II
Registrační číslo projektu:	CZ.02.3.68/0.0/0.0./19_078/0019613

OSTRAVSKÁ UNIVERZITA

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

VŠB - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA STROJNÍ

ENERGETIKA BUDOUCNOSTI

Recenzovali:

1. Mgr. Radim Štěpánek, Ph. D., Fakulta pedagogická, Ostravská univerzita
2. Mgr. Michaela Černotová, Základní škola, Ostrava - Hrabová

Jazyková korektura nebyla provedena, za jazykovou stránku odpovídají autoři.



„Toto dílo je licencováno pod licencí Creative Commons [Uveďte původ-Neužívejte komerčně 4.0 Mezinárodní]. Licenční podmínky navštivte na adrese [<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.cs>].“

POUŽITÉ GRAFICKÉ SYMBOLY



Průvodce studiem



Cíl kapitoly



Klíčová slova



Kontrolní otázky



Pojmy k zapamatování



Shrnutí



Korespondenční úkol



Řešený příklad



Cvičení



Literatura

OBSAH

Slovo úvodem a didaktická doporučení	5
1 Současnost vs. budoucnost – aneb co máme k dispozici a co mít (možná) budeme	6
1.1 Současné systémy a podíl jednotlivých zdrojů na výrobě elektřiny a tepla	8
1.2 Výběr technologií, které mají potenciál se v budoucnu rozšířit	10
1.3 Lokální topeniště a obměna kotlů	13
2 Očekávání vs. realita – aneb co bychom chtěli a jaké máme šance toho dosáhnout	17
2.1 Trend přechodu k nízkoemisní a bezemisní energetice	19
2.2 Uzavírání uhelných elektráren a technologie, které by je měli nahradit	20
2.3 Náhrada výroby z uhelných/jaderných elektráren zdroji OZE v podmínkách ČR. 21	
2.4 Uhlíková neutralita a to, zda jsme schopni jí vůbec dosáhnout	24
2.5 Jsou obnovitelné zdroje energie skutečně absolutně čisté?	27
2.6 Přechod k elektromobilitě	29
3 Přínosy vs. rizika – aneb co dobrého a špatného nám budoucnost přinese ..	31
3.1 Výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie	33
3.2 Riziko blackoutu a problémy přenosové soustavy	34
3.3 Chytré sítě (SMART GRIDS) v České republice	36
3.4 Elektromobilita – reálné riziko ztráty možnosti individuální dopravy	38
3.5 Elektromobilita ve variantě vodíkové technologie	39
3.6 Likvidace vysloužilých elektráren	39
3.7 Rozdělení společnosti – legitimní požadavek na ochranu ovzduší oproti ekonomickým následkům	41
3.8 Prohlubující se rozdíl mezi vyspělými a rozvojovými státy	43
4 Jak z toho ven – aneb „tady je každá rada drahá“	45
4.1 Green deal - příležitost nebo sebevražda	47
4.2 Historie vzniku Zelené dohody (Green deal)	49
4.3 Technicko-ekonomicko-sociální řešení	50
Seznam použitých zdrojů	53
Internetové zdroje	53

Slovo úvodem a didaktická doporučení

Vážené kolegyně, vážení kolegové,

Do rukou se Vám dostává metodika na téma **Energetika budoucnosti**, která bezprostředně navazuje na realizované kurzy VŠB - Technické univerzity Ostrava v rámci projektu Odborné, kariérové a polytechnické vzdělávání v MSK II.

Hlavním cílem metodiky je zařazení inovačních prvků z reálného života žáků do výuky technických předmětů (primárně matematiky a fyziky), včetně mezipředmětových přesahů (chemie, přírodopis, zeměpis).

Současně Vám podáváme ucelený tematický materiál, který má za cíl rozvíjení kompetencí pedagogů ve vazbě na současné trendy vývoje v oblasti polytechniky.

Metodika je určena pro učitele základních a středních škol netechnického zaměření.

Finální didaktickou transformaci již necháváme na Vás, na specifikaci tříd, které učíte. **Mezi primární doporučené předměty pro výuku tematického celku řadíme matematiku a fyziku.**

Věřím ovšem, že zde najdete využití i v sekundárních předmětech pro výuku tematického celku, tzv. mezipředmětové využití v občanské a rodinné výchově, chemii, výtvarné výchově, přírodopisu, zeměpisu či pracovních činnostech.

Budeme rádi, pokud tímto způsobem naleznete inspiraci a cestu, jak začlenit požadované klíčové kompetence do výuky a věříme, že metodika společně s realizovaným kurzem přispějí k oživení Vaší výuky nejen v polytechnické oblasti. Děkujeme Vám za Vaši práci.

Autoři

1 Současnost vs. budoucnost – aneb co máme k dispozici a co mít (možná) budeme



Cíl kapitoly

Po nastudování této kapitoly byste měli být schopni:

- vysvětlit, jak můžeme charakterizovat energetiku České republiky,
- popsat, jak jsou zastoupeny klasické energetické zdroje,
- charakterizovat možnosti hledání nových energetických zdrojů,
- zdůvodnit specifičnost lokálních topenišť a výměny kotlů
- vysvětlit možnosti použití technologie hydraulického frakování,
- popsat možnosti využití malých modulárních reaktorů.



Klíčová slova

Energetika, technologie, elektrizační soustava, hydraulické frakování.



Doporučená hodinová dotace:

2 krát 45 min/téma

Doporučené vyučovací metody a formy:

Vyučovací metody:

- slovní (vyprávění, vysvětlování, přednáška, práce s textem, rozhovor),
- metody názorně demonstrační (předvádění a pozorování, práce s obrazem, instruktáž),
- aktivizující výukové metody (diskuze, heuristická metoda, metoda řešení problému).

Vyučovací formy:

- frontální výuka,
- skupinová a kooperativní výuka,
- samostatná práce žáků,
- projektové vyučování.

Rozvíjené klíčové kompetence a očekávané výstupy:

Tematický okruh:

Energie

F-9-4-02 Zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí.

Aktivity – žák

- charakterizuje souvislosti mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí,

- diskutuje o jednání, které preferují co nejefektivnější využívání zdrojů energie v praxi, včetně co nejširšího využívání jejich obnovitelných zdrojů, zejména pak slunečního záření, větru, vody a biomasy,
- analyzuje aktivity směřujících k šetrnému chování k přírodním systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí.

Vzdělávací oblast RVP ZV:

Člověk a svět práce

Tematický okruh:

Práce s laboratorní technikou

Cíle (očekávané výstupy podle RVP):

ČSP-9-6-03 Vyhledá v dostupných informačních zdrojích všechny podklady, jež mu co nejlépe pomohou provést danou experimentální práci.

Tematický okruh:

Využití digitálních technologií

Cíle (očekávané výstupy podle RVP):

ČSP-9-7-03 pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi cestování, (obchod, vzdělávání, zábava).

Aktivity - žák

Charakterizuje vybrané vlastnosti přírodních energetických zdrojů a uvede jeho nejčastější užití v praxi (dřevo, kov, plasty, kompozity).

Vzdělávací oblast RVP ZV:

Matematika a její aplikace

Tematický okruh:

Číslo a proměnná

Cíle (očekávané výstupy podle RVP):

M-9-1-01 provádí početní operace v oboru celých a racionálních čísel; užívá ve výpočtech druhou mocninu a odmocninu,

M-9-1-02 zaokrouhluje a provádí odhady s danou přesností, účelně využívá kalkulátor,

M-9-1-04 užívá různé způsoby kvantitativního vyjádření vztahu celek–část (přirozeným číslem, poměrem, zlomkem, desetinným číslem, procentem),

M-9-1-05 řeší modelováním a výpočtem situace vyjádřené poměrem; pracuje s měřítky map a plánů,

M-9-1-06 řeší aplikační úlohy na procenta (i pro případ, že procentová část je větší než celek),

M-9-1-07 matematizuje jednoduché reálné situace s využitím proměnných; určí hodnotu výrazu, sčítá a násobí mnohočleny, provádí rozklad mnohočlenu na součin pomocí vzorců a vytýkáním.

Aktivity – žák

- využívá matematických poznatků a dovedností v praktických činnostech – odhady, měření a porovnávání velikostí a vzdáleností, orientace,
- rozvíjí abstraktní a exaktní myšlení osvojováním si a využíváním základních matematických pojmů a vztahů. Poznává jejich charakteristické vlastnosti a na základě těchto vlastností k určuje a zařazuje pojmy,
- rozvíjí spolupráce při řešení problémových a aplikovaných úloh vyjadřujících situace z běžného života a následně je využívá k získání řešení v praxi. Poznává možnosti matematiky a skutečnosti, že k výsledku lze dospět různými způsoby.

Vzdělávací oblast RVP ZV:

Fyzika

Tematický okruh:

Zvukové děje

Cíle (očekávané výstupy podle RVP):

- F-9-5-01** rozpozná ve svém okolí zdroje zvuku a kvalitativně analyzuje příhodnost daného prostředí pro šíření zvuku,
- F-9-5-02** posoudí možnosti zmenšování vlivu nadměrného hluku na životní prostředí.

Aktivity - žák

- charakterizuje souvislosti mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí,
- diskutuje o jednání, které preferují co nejeefektivnější využívání zdrojů energie v praxi, včetně co nejširšího využívání jejich obnovitelných zdrojů, zejména pak slunečního záření, větru, vody a biomasy,
- analyzuje aktivity směřujících k šetrnému chování k přírodním systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí.

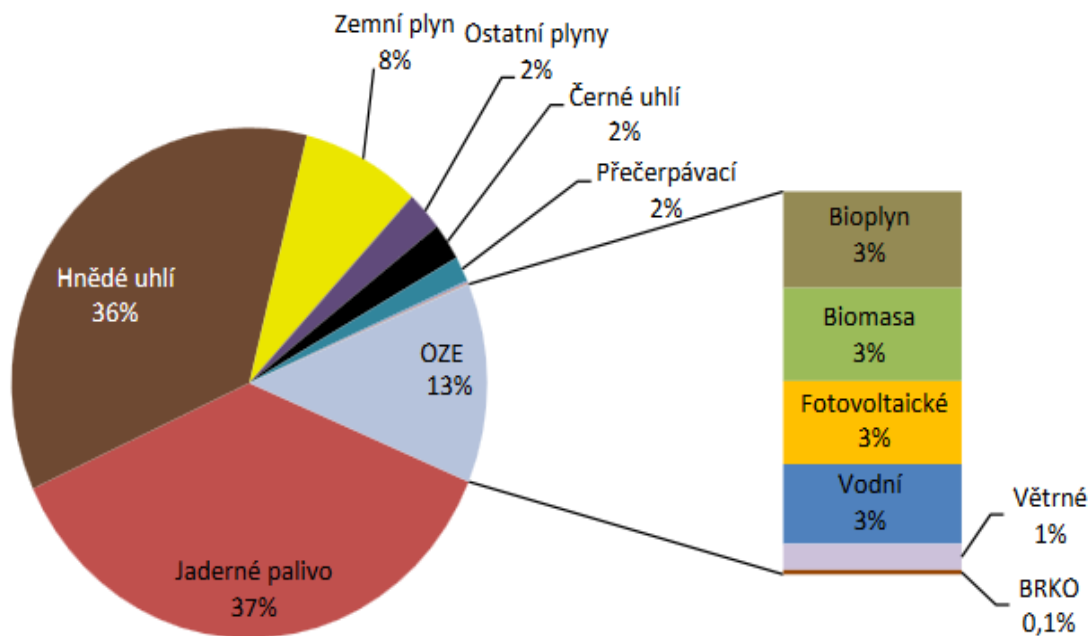
Zajištění podmínek pro realizaci výuky:

- počítač s projektorem nebo SMART tabulí - promítání pojmů a informací o výběru technologií, lokálních topenišť a obměně kotlů a dalších informací k problematice,
- internetové připojení - vyhledávání informací ERÚ o provozu elektrizační soustavy.

1.1 Současné systémy a podíl jednotlivých zdrojů na výrobě elektřiny a tepla

Současnou energetiku ČR můžeme charakterizovat jako konzervativní s dominancí neobnovitelných zdrojů. Konzervativní z toho důvodu, že ve větší míře jsou zastoupeny klasické energetické zdroje jako uhelné a jaderné elektrárny (jejich procentuální zastoupení na výrobě je zhruba stejné), s dominancí neobnovitelných zdrojů proto, že obnovitelné zdroje jsou oproti zdrojům neobnovitelných v poměrně výrazné menšině. Podíváme-li se blíže na zastoupení jednotlivých zdrojů na výrobě elektřiny v roce 2020 (**obrázek 1**), zjistíme, že z obnovitelných zdrojů jsme vyrobili pouze 13 % naší spotřeby. Na zdroje neobnovitelné připadá tedy výroba z 87 %.

Podíl jednotlivých zdrojů na výrobě se v čase mění, dlouhodobě lze sledovat trend snižování výroby z vysoce emisních zdrojů (uhelné elektrárny) a pomalý nárůst obnovitelných zdrojů. U zdrojů obnovitelných také roční výrobu ovlivňuje počasí a v případě nadprůměrně deštivých let podíl vodních elektráren mírně roste, zatímco v letech srážkově podprůměrných je to opačně.



Obrázek 1: Podíl jednotlivých zdrojů na výrobě elektřiny v roce 2020

Zdroj: Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2020

Pro aktuální statistiku podílu jednotlivých zdrojů je nejlepší sledovat *Zprávu o provozu elektrizační soustavy ČR*, kterou každoročně vydává Energetický regulační úřad. Podrobné zprávy z elektrizační soustavy můžeme vyčíst na stránkách ERÚ (**obrázek 2**). Zprávy za minulé roky jsou dostupné pod tímto odkazem:

<https://www.eru.cz/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy>

O úřadu | Média | Úřední deska | Volná místa | Poskytování informací | Ochrana osobních údajů | Kontakty | English | Přihlásit se

ERU Energetický regulační úřad

Elektřina | Plyn | Teplo | POZE

Úvod > Elektřina > Statistika a sledování kvality > Zprávy o provozu elektrizační soustavy

Cenová rozhodnutí	Zprávy o provozu elektrizační soustavy							
Sdělení								
Statistika a sledování kvality	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
> Zprávy o provozu elektrizační soustavy	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
> Zprávy o kvalitě								
> Vykazování	2005	2004	2003					
> Kontakty								
Konzultační procesy								
Regulační výkaznictví	Energetický regulační úřad vydává v souladu s §17 odst. 7 písm. m) zákona č. 458/2000 Sb. (energetický zákon) roční, čtvrtletní a starší měsíční zprávy o provozu elektrizační soustavy, které naleznete ve formátu PDF v této rubrice.							

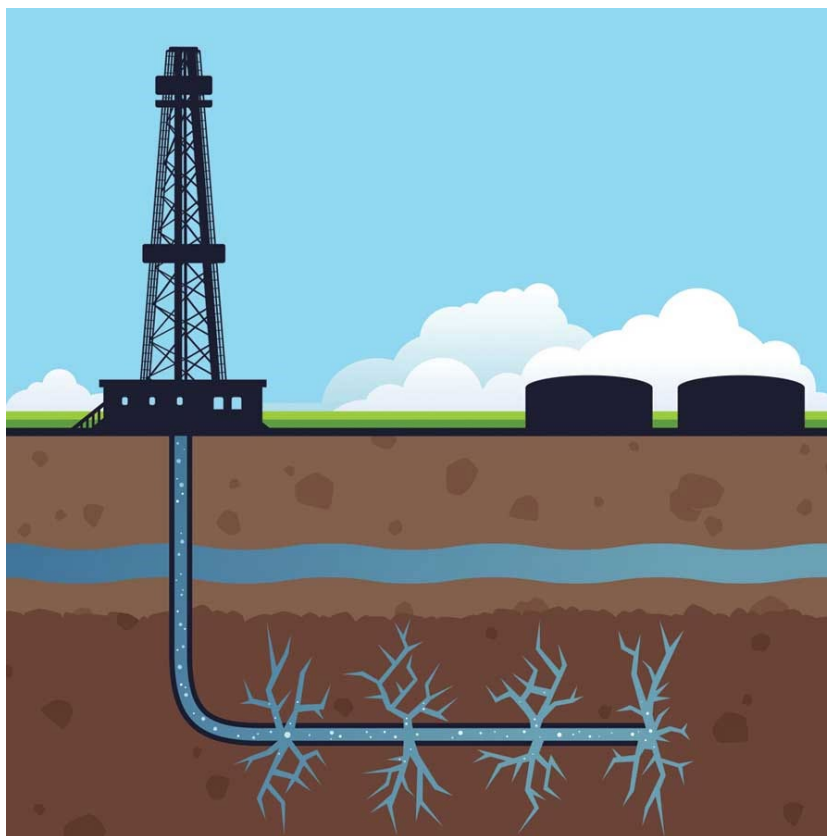
Obrázek 2: ERÚ – ukázka webu o informacích provozu elektrizační soustavy

1.2 Výběr technologií, které mají potenciál se v budoucnu rozšířit

Energetika se stejně jako další obory lidské činnosti vyvíjí. Vzhledem k tomu, že se jedná o průmyslové odvětví s enormně velkými finančními vstupy, ale také zisky, a vzhledem ke stále většímu tlaku na snižování dopadů tohoto průmyslu na životní prostředí a hledání nových energetických zdrojů, je energetika velmi progresivním oborem. Výzkum a vývoj nových technologií je značným akcelerátorem technického pokroku v této oblasti. Mimo zdokonalování současných zdrojů se to také projevuje řadou nových moderních/progresivních zdrojů, které se začínají komerčně uplatňovat, nebo u kterých je vysoký předpoklad jejich rozšíření v budoucnosti.

Ve střednědobém horizontu může být v podmínkách ČR dobrým příkladem progresivního zdroje tzv. břidlicový plyn. Břidlicový plyn je energeticky využitelné plynné palivo podobné zemnímu plynu, někdy se také se zemním plynem nesprávně zaměňuje. Výhodou je, že ložiska břidličného plynu se nacházejí na našem území a jeho těžbou bychom si mohli snížit naši závislost na dovozu zemního plynu z Ruska. Odhady mluví o tom, že bychom byli takto schopni pokrýt až 30 % naší spotřeby. Největší zásoby břidlicového plynu v Evropě se nacházejí v Polsku, a naskytá se tak možnost dovozu tohoto plynu od našich severních sousedů. Problematická je ovšem těžba břidličného plynu, využívá se tzv. technologie hydraulického frakování (**obrázek 3**). Rizikem spojeným s těžbou břidličného plynu touto technologií jsou možnosti vzniku lokálních zemětřesení a možnosti kontaminace podzemních vod v místě těžby. Jiná technologie těžby v současné době bohužel neexistuje. Z tohoto důvodu zatím většina států Evropy k těžbě břidličného plynu přistupuje velmi opatrně a v řadě států je vyhlášeno moratorium na jeho těžbu, resp. na průzkumné vrty vedoucí k budoucí komerční těžbě. Ve světě je ovšem situace jiná a řada států jako USA, Čína nebo Austrálie břidličný plyn těží a zásadně tak změnili své energetiky. Více informací o těžbě břidlicového plynu jsou dostupné pod tímto odkazem:

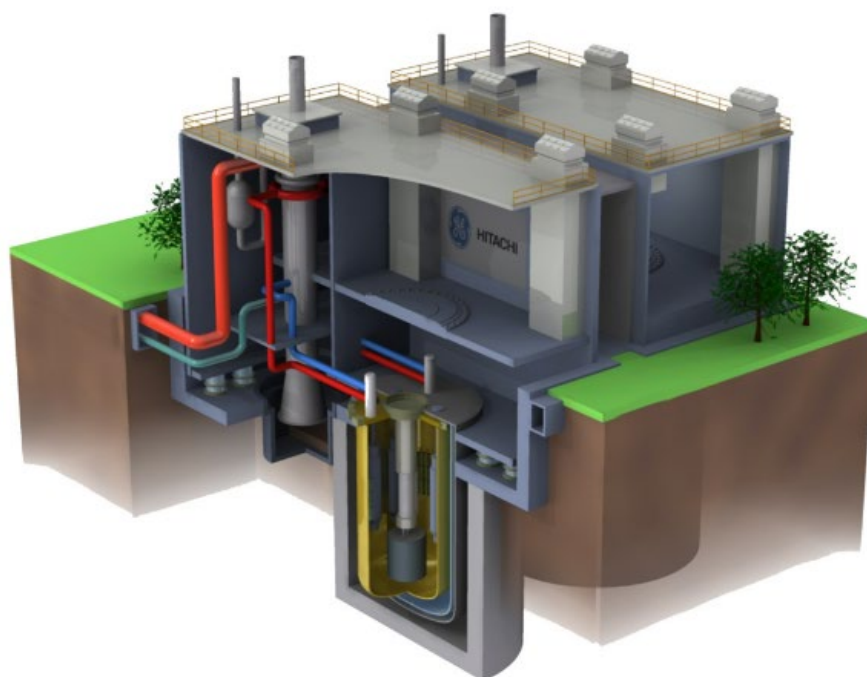
<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/12610-bridlicovy-plyn-tezba>



Obrázek 3: Hydraulické frakování Zdroj: FOTOLIA/FILO

Pokud bychom se podívali do vzdálenější budoucnosti, zajímavým zdrojem elektřiny a tepla by mohly být tzv. malé modulární reaktory (**obrázek 4**). V tomto případě se vlastně jedná o zmenšené jaderné reaktory a celá myšlenka tkví v tom, že současné teplárny (společná výroba elektřiny a tepla) by místo kotlů na spalování uhlí, resp. později zemního plynu (přechod k nízkoemisním a bezemisním zdrojům - viz. Téma 2), využívaly jaderné reaktory malých výkonů. Technicky lze toto zařízení přirovnat k současným pohonům využívaných u jaderných ponorek, letadlových lodí nebo ledoborců. Rozsah výkonů je různý, u nejmenších aplikací by se jednalo o výkony začínající na 50 MWe (elektrický výkon), běžná velikost by byla přibližně 300 MWe, kterým by odpovídal tepelný výkon asi 1000 MWt (termický výkon). Výhodou reaktorů malých výkonů je oproti těm velkým zejména to, že jsou levnější. Je tedy možné za cenu jednoho velkého bloku postavit více bloků malých. Měrné náklady, tedy cena za 1 MW instalovaného výkonu je vyšší než u velkých aplikací, výhodou je ovšem možnost rozdělit celkovou investici do více menších částí, a navíc výstavba velkých jaderných elektráren trvá roky, zatímco výstavba zdrojů využívajících malé modulární reaktory je výrazně kratší.

Nespornou výhodou oproti velkým jaderným elektrárnám je poté možnost vyrábět tato zařízení sériově v továrnách a na místo je dopravovat jako celky nebo větší technologické části ke kompletaci. Bezpečnost je pochopitelně na prvním místě a z tohoto pohledu splňují malé modulární reaktory všechny bezpečnostní ohledy. V souvislosti s těmito zdroji mluvíme o tzv. pasivní bezpečnosti. Princip pasivní bezpečnosti je založený na tom, že v případě výskytu jakékoliv neočekávané situace se reaktor automaticky vypne a nehrozí tak žádná havárie.



Obrázek 4: Malé modulární jaderné reaktory Zdroj: world-nuclear.org

Malé modulární reaktory mají tu výhodu, že aktivní zóna je vzhledem k malému výkonu reaktoru taktéž malá, tím je malé i množství jaderného paliva, čemuž odpovídá relativně malý výkon tepla. Reaktor je tedy možné v případě jakékoliv poruchy na chladicím systému chladit pouze pasivně a nehrozí tak havárie známá z Černobylu nebo Fukušimy. Ukázka využití malého modulárního reaktoru v lodi je uvedena na **obrázku 5**. Více o malých modulárních reaktorech je možné najít pod tímto odkazem:

<https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/male-modularni-reaktory-u-nas-ve-svete>



Obrázek 5: Ukázka čínské plovoucí jaderné elektrárny s reaktorem ACPR-50 S



Reaktor ACPR

Má dvě verze. První je klasický SMR s výkonem 140 MWe, který má být v provozu na souši (ACPR), druhý je plovoucí elektrárna ACPR50S (podobná ruskému projektu Akademik Lomonosov).

Plovoucí elektrárna

- má být velmi flexibilní,
- může například dodávat energii nebo vodu ropným věžím nebo odříznutým oblastem,
- může také fungovat jako teplárna či naopak klimatizační jednotka.

Zdroj: [Malé modulární reaktory u nás a ve světě \(oenergetice.cz\)](http://oenergetice.cz)

1.3 Lokální topeniště a obměna kotlů

Na znečišťování ovzduší se mimo velkých zdrojů podílejí také zdroje malých výkonů – lokální topeniště. U určitých typů znečišťujících látek jsou jejich dominantními producenty právě lokální topeniště. Např. na produkci tuhých znečišťujících látek frakce PM_{2,5} (jemné prachové částice) se lokální topeniště podílejí asi ze 78 %, na produkci benzo(a)pyrenu dokonce z 98 %. Prachové částice frakce PM_{2,5} se mohou usazovat v průduškách a způsobit vážné zdravotní komplikace, benzo(a)pyren je polycyklický aromatický uhlovodík a vzniká při nedokonalém spalování (proto výskyt u malých spalovacích zdrojů, kde vlivem nevhodného paliva nebo špatné obsluhy dochází k nedokonalému spalování). Zdravotním rizikem je jeho silná karcinogenost a mutagenost. Právě z tohoto důvodu je v posledních letech problematice lokálních topenišť věnována značná pozornost. Přejdem na modernější kotle na tuhá paliva je možné dosáhnout značného snížení nebezpečných zplodin při vytápění rodinných a menších bytových domů.

Pro podporu výměny starých neekologických kotlů za nové byla v minulosti realizována řada dotačních programů (známá *Zelená úsporám*, tzv. kotlíkové dotace), které měly finančně pomoci majitelům těchto kotlů s jejich výměnou. V minulosti tyto výměny kotlů probíhaly na základě dobrovolnosti a finanční pomoc měla sloužit jako motivace k výměně. Stále se zvyšující nároky na ochranu životního prostředí a s tím související snižování emisí vedou k situaci, kdy bude výměna starého neekologického kotle povinná. Od 1.9.2022 začíná platit zákaz spalování tuhých paliv v malých zdrojích do výkonu 300 kW, které nesplňují alespoň emisní třídu 3. Emisní třídy u kotlů fungují podobně jako emisní normy EURO u spalovacích motorů. Kotle vyrobené před rokem 2000 nesplňují žádnou emisní třídu a po 1.9.2022 tak nemohou být provozovány. Kotle vyrobené v rozmezí let 2000 až 2012 spadají do emisních tříd 1 až 3. Emisní třídu každého kotle lze zjistit na výrobním štítku kotle, kde musí být emisní třída uvedena spolu s palivem, pro které kotel tuto emisní třídu plní. Kotle v emisní třídě 1 a 2 také nemohou být po tomto datu provozovány. Od roku 2012 se jedná o kotle třídy 4 a 5. Od roku 2020 pak emisní třídy nahradil tzv. ekodesign (soubor parametrů, které musí výrobce dodržet). Při případné kontrole po 1.9.2022 může být při provozování kotle nesplňující alespoň emisní třídu 3 udělena provozovateli pokuta až do výše 50 tis. Kč.

Více o zákazu spalování v nevyhovujících kotlích a o jejich výměně pod tímto odkazem: https://www.mzp.cz/cz/lokalni_topeniste

Ke správnému topení v lokálních topeništích spalujících tuhá paliva nestačí pouze kotel plnící příslušnou emisní normu, je potřeba mít také kotel v dobrém technickém stavu a správně jej provozovat (**obrázek 6**). Dodržováním základních pravidel při topení tuhými palivy lze nejen výrazně snížit produkované emise, ale také snížit spotřebu paliva a tím také náklady na topnou sezónu. O osvětu v této oblasti se výborně stará Smokeman z VŠB-TUO, jehož cílem je naučit běžnou veřejnost správně topit. Smokemanovy edukativní materiály lze najít pod tímto odkazem:

<https://vec.vsb.cz/cs/smokeman-zasahuje/smokeman-vyucuje/>

SMOKEMANOVO

DESATERO SPRÁVNÉHO TOPIČE

- 1 Top tak, jak chceš, aby topil tvůj soused.
- 2 Suš dřevo minimálně jeden až dva roky.
- 3 Nespaluj odpadky!
- 4 Nastav regulační klapky tak, aby vzduch mohl k palivu, oheň nedus.
- 5 U starých kotlů přikládej méně a častěji, u automatů a zplyňovacích kotlů vždy do plna.
- 6 Pravidelně čisti kotel, kouřovod a komín.
- 7 Používej moderní kotel či kamna.
- 8 Udržuj teplotu spalin za kotlem mezi 100 až 250 °C.
- 9 Nevyhazuj teplo oknem, nepřetápěj a top jen tam, kde potřebuješ.
- 10 Nebud' lhostejný k sobě ani ke svému okolí, zajímej se o to, co jde z tvého komína.



www.populair.sk
<https://vec.vsb.cz/cs/smokeman-zasahuje/>
 kontakt: smokeman@vsb.cz



Projekt LIFE IP - Zlepšení kvality ovzduší (LIFE18-IP/CS/000010) podpořila Evropská unie v rámci programu LIFE.
 Projekt je také spolufinancován Ministerstvem životního prostředí ČR.

Obrázek 6: Smokemanovo desatero Zdroj: SMOKEMAN



V čem topíme

- přibližně 20 % českých domácností je vytápěno spalováním tuhých paliv v malých spalovacích zařízeních, které se významně podílí na znečištění ovzduší v období topné sezóny (**obrázek 7**),
- zjednodušeně můžeme říci, že existují čtyři základní parametry, které zásadním způsobem ovlivní množství emisí znečišťujících látek, tedy náš kouř,
- jde o to, v čem topíme, čím topíme, kdo topí a jak se o spalovací zařízení (kotel, kamna) a komín staráme.



Obrázek 7: Ukázka lokálního topeniště Zdroj: SMOKEMAN



Jak se o zařízení staráme? - kvalita údržby a instalace

Údržba spalovacího zařízení se soustředí hlavně na tyto činnosti:

- čištění teplosměnných ploch (výměníku) - pokud je výměník zanesen, výrazně se snižuje účinnost zařízení, zvyšuje se množství tepla, které „vyletí“ komínem = komínová ztráta. Při dlouhodobém zanášení výměníku může také docházet ke zvyšování tlakové ztráty, což může postupně omezit provoz zařízení,
- čištění spalinových cest - komín včetně jeho napojení, revize. Spalinové cesty slouží k bezpečnému odvodu spalin, a pokud nebudou v pořádku, Příručka správného vytápění negativně ovlivní kvalitu provozu, ale mohou také ohrozit i bezpečnost provozu. Velký ani malý tah komínu není vhodný, důležitý je optimální tah dle požadavku výrobce zařízení. Existuje rozšířený názor, že čím je komín vyšší a širší, tím je to lepší. Je pravda, že tah komínu bude vyšší, ale není pravda, že je to vždy lepší. U většiny zařízení vysoký tah způsobuje vyšší komínovou ztrátu, a tedy nižší účinnost (nejjednodušší řešení vysokého tahu nabízí použití komínové klapky přímo za kamny či kotlem, někdy je přímo součástí zařízení),
- odstraňování popele,
- čištění ohniště,
- čištění skla.

**Shrnutí**

V kapitole řešíme směřování oblastí současnosti vs. budoucnosti v energetice. Je nastíněn pohled na současný podíl jednotlivých zdrojů pro výrobu elektřiny a tepla. Budoucnost energetiky je spojena s výběrem technologií, které mají potenciál se rozšířit. Je zde také vysvětlena metoda frakování, která je spojena s těžbou břidlicového plynu. Také v rámci užívání jaderné energie je uvedena problematika malých modulárních jaderných reaktorů a poslední neméně důležitá oblast je zaměřena na lokální topeniště a obměnu kotlů.

**Pojmy k zapamatování**

Ohniště, emisní třídy, kotel, spaliny, břidlicový plyn, lokální topeniště, obnovitelné zdroje, životní prostředí.

**Kontrolní otázky**

1. Jak ovlivňují emise životní prostředí?
2. Definujte obnovitelné zdroje v podmínkách ČT?
3. Co je nízkoemisní zdroj?
4. Jak se prezentují neobnovitelné zdroje energie?
5. Jaké jsou první kroky přechodu k nízkoemisní energetice v ČR?
6. Vysvětlete metodu frakování.
7. Kde můžeme užívat malé modulární reaktory?

2 Očekávání vs. realita – aneb co bychom chtěli a jaké máme šance toho dosáhnout



Cíl kapitoly

Po nastudování této kapitoly byste měli být schopni:

- vysvětlit, jak emise ovlivňují životní prostředí,
- popsat, jak pracuje obnovitelný zdroj,
- charakterizovat, jak jsou prezentovány neobnovitelné zdroje energie,
- vyjmenovat, jakým ekologickým způsobem nahradit uhelné elektrárny,
- popsat proces výroby křemíkového fotovoltaického panelu,
- posoudit přechod od spalovacích motorů k elektromobilitě,
- posoudit, jaká jsou možná rizika elektromobility.



Klíčová slova

Nízkoemisní zdroj, životní prostředí, obnovitelný zdroj, ekologie, fotovoltaický panel, spalovací motor, elektromobilita.



Doporučená hodinová dotace:

2 krát 45 min/téma

Doporučené vyučovací metody a formy:

Vyučovací metody:

- slovní (vyprávění, vysvětlování, přednáška, práce s textem, rozhovor),
- metody názorně demonstrační (předvádění a pozorování, práce s obrazem, instruktáž),
- aktivizující výukové metody (diskuze, heuristická metoda, metoda řešení problému).

Vyučovací formy:

- frontální výuka,
- skupinová a kooperativní výuka,
- samostatná práce žáků,
- projektové vyučování.

Rozvíjené klíčové kompetence a očekávané výstupy:

Vzdělávací oblast RVP ZV:

Matematika a její aplikace

Tematický okruh:

Číslo a proměnná

Cíle (očekávané výstupy podle RVP):

- M-9-1-01** provádí početní operace v oboru celých a racionálních čísel; užívá ve výpočtech druhou mocninu a odmocninu,
- M-9-1-02** zaokrouhluje a provádí odhady s danou přesností, účelně využívá kalkulátor,
- M-9-1-04** užívá různé způsoby kvantitativního vyjádření vztahu celek–část (přirozeným číslem, poměrem, zlomkem, desetinným číslem, procentem),
- M-9-1-05** řeší modelováním a výpočtem situace vyjádřené poměrem; pracuje s měřítky map a plánů,
- M-9-1-06** řeší aplikační úlohy na procenta (i pro případ, že procentová část je větší než celek),
- M-9-1-07** matematizuje jednoduché reálné situace s využitím proměnných; určí hodnotu výrazu, sčítá a násobí mnohočleny, provádí rozklad mnohočlenu na součin pomocí vzorců a vytýkáním.

Aktivity - žák

- využívá matematických poznatků a dovedností v praktických činnostech – odhady, měření a porovnávání velikostí a vzdáleností, orientace,
- rozvíjí abstraktní a exaktní myšlení osvojováním si a využíváním základních matematických pojmů a vztahů. Poznává jejich charakteristické vlastnosti a na základě těchto vlastností určuje a zařazuje pojmy,
- rozvíjí spolupráce při řešení problémových a aplikovaných úloh vyjadřujících situace z běžného života a následně je využívá k získání řešení v praxi. Poznává možnosti matematiky a skutečnosti, že k výsledku lze dospět různými způsoby.

Vzdělávací oblast RVP ZV:**Fyzika****Tematický okruh:****Látky a tělesa****Cíle (očekávané výstupy podle RVP):**

- F-9-1-04** Využívá s porozuměním vztah mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických problémů.

Tematický okruh:**Energie**

- F-9-4-02** Zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí.

Aktivity – žák

- charakterizuje souvislosti mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí,
- diskutuje o jednání, které preferují co nejefektivnější využívání zdrojů energie v praxi, včetně co nejširšího využívání jejich obnovitelných zdrojů, zejména pak slunečního záření, větru, vody a biomasy,
- analyzuje aktivity směřujících k šetrnému chování k přírodním systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí.

Vzdělávací oblast RVP ZV:**Člověk a svět práce****Tematický okruh:****Práce s laboratorní technikou****Cíle (očekávané výstupy podle RVP):**

ČSP-9-6-03 vyhledá v dostupných informačních zdrojích všechny podklady, jež mu co nejlépe pomohou provést danou experimentální práci.

Tematický okruh:**Využití digitálních technologií****Cíle (očekávané výstupy podle RVP):**

ČSP-9-7-03 Pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi cestování, (obchod, vzdělávání, zábava).

Aktivity - žák

- Charakterizuje vybrané vlastnosti přírodních materiálů a uvede jeho nejčastější užití v praxi (dřevo, kov, plasty, kompozity).

Zajištění podmínek pro realizaci výuky:

- počítač s projektorem či SMART tabulí,
- internetové připojení, kde vyhledává na webu informace o trendu přechodu k bezemisní energetice a elektromobilitě.

2.1 Trend přechodu k nízkoemisní a bezemisní energetice

V Evropě se v minulých letech začal pomalu prosazovat trend přechodu k nízkoemisním zdrojům. V současnosti tento trend sílí a je naprosto nezpochybnitelné, že členské státy EU budou muset k této transformaci národních energetik přistoupit. Neděje se takto pouze v Evropě, i velké státy jako USA nebo Čína, které mají své energetické soustavy postavené na uhelné energetice, o tomto přechodu mluví, začínají se na něj připravovat, a dokonce už podnikají určité kroky k naplnění tohoto cíle. Rozdílná je ovšem rychlost transformace, se kterou k tomu jednotlivé světové velmoci přistupují. V EU je tlak na tento přechod enormní. Cestou, jak stanovené cíle v této oblasti splnit, je stále zvyšující se cena emisních povolenek a stále se snižující emisní limity v případě energetických zdrojů, v případě spalovacích motorů také stále se snižující limity pro vypouštění zplodin do ovzduší.

U automobilů se dokonce hovoří o úplném zákazu prodeje vozidel se spalovacím motorem. Určitě je správné snažit se co možná nejvíce eliminovat dopad naší činnosti na životní prostředí, a nepopíratelné je, že energetika, vytápění a doprava se na zatěžování životního prostředí podílejí velkou měrou. Tedy to, že máme chuť tento problém řešit a že podnikáme určité kroky k tomu, aby se nám to alespoň zčásti povedlo, lze hodnotit pozitivně a je určitě dobře, že před tímto problémem nezavíráme oči. Problémy související s naplněním cíle přechodu na nízkoemisní a bezemisní zdroje energie jsou převážně dvojího druhu.

Prvním problémem je, zda máme k dispozici technologie, které dokáží staré neekologické zdroje nahradit, druhým pak, kolik bude tento přechod stát a kdo jej zaplatí.

V otázce dostupných technologií máme celkem jasno. Obecně se jedná o dvě skupiny technologií, které se od sebe odlišují principem získávání primární energie – jsou to velmi dobře známé obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie. U obnovitelných zdrojů by se v podmínkách ČR mohlo jednat o vodní, větrné a solární elektrárny, zapomínat bychom neměli ani na energetické využití biomasy. U zdrojů neobnovitelných by to poté byly zejména plynové, resp. paroplynové elektrárny/teplárny, a elektrárny jaderné. Každá z těchto skupin má určité výhody a nevýhody, které jsou ještě umocněny lokálními specifiky ČR. V otázce financí bychom se měli zaměřit na základní dva problémy.

Kdo bude financovat přechod z neekologických na zdroje pro životní prostředí příznivější, a zadruhé kolik poté bude stát elektřina a teplo z těchto zdrojů. Na tyto otázky si zkusíme odpovědět v následujících kapitolách. Více informací o možnostech přechodu na nízkoemisní zdroje pod tímto odkazem:

<https://oenergetice.cz/elektrina/mozne-cesty-k-nizkoemisni-energetice-dil-1>

2.2 Uzavírání uhelných elektráren a technologie, které by je měli nahradit

Prvním krokem k přechodu k nízkoemisní energetice bude v ČR postupné utlumování výroby elektřiny v uhelných elektrárnách. Stejná situace nastane také u tepláren, které v naší zemi ve velké míře využívají právě uhlí (více než 50 % tepláren) jako palivový vstup. Abychom mohli k tomuto přechodu přistoupit, je nejprve nutné stanovit termíny, od kdy již nebude možné spalovat uhlí v energetických zdrojích velkého výkonu.

Plány na ukončení spalování uhlí v ČR se značně liší - některé koncepty zmiňují rok 2033 nebo 2038, jiné jsou pak méně progresivnější a u těchto se mluví o letech 2043 nebo dokonce 2048. Zde hraje roli to, o jaký zájmový subjekt se jedná. Ekologové sdružující se v různých skupinách hovoří o roce 2033, nebo dokonce o roce 2030. Stát se zatím v rámci plánované aktualizace Státní energetické koncepce baví o roce 2038, někteří provozovatelé elektráren a tepláren a na ně napojené subjekty (zejména společnosti těžící a distribuující uhlí) pak vidí jako ideální rok 2043, resp. až rok 2048. V současné době ještě není o roku, kdy dojde k definitivnímu ukončení využívání uhlí pro energetické účely, u velkých zdrojů rozhodnuto, jasno bude až po zmiňované aktualizaci Státní energetické koncepce. Poslední platná koncepce je z roku 2015 a ta v tomto nestanovovala žádné pevně dané termíny. Návrh Uhlé komise, aby se jednalo o rok 2038, vláda ČR neschválila a vrátila jej komisi k přepracování tak, aby byly vypracovány i rychlejší scénáře odklonu.

Kdy dojde k zákazu spalování uhlí ve velkých zdrojích, se zatím neví, byť je to velice důležité pro provozovatele těchto zdrojů, pro provozovatele přenosové soustavy i pro energetickou bezpečnost ČR. Jisté ovšem je, že jen v případě uhelných elektráren budeme muset nahradit obrovský výpadek výkonu, a tedy i výroby. V roce 2020 se hnedo a černouhelné elektrárny podílely na výrobě elektřiny z 38 %, vyrobily 28 000 GWh, instalovaný výkon byl 7730 MWe. Otázkou tedy je, čím tento instalovaný výkon a výrobu nahradíme. V současné době se jedná o dvě možnosti - elektrárny využívající zemní plyn nebo jaderné elektrárny. Výsledkem bude s největší pravděpodobností jejich kombinace.

V případě, že uhelné elektrárny nahradíme elektrárnami plynovými, zachováme si možnosti regulace přenosové soustavy (díky možnosti rychlého najetí na požadovaný výkon, rychlého odstavení), problémem je ovšem vysoká cena zemního plynu, která samozřejmě prodraží cenu elektřiny, a dále pak geopolitická závislost na dodávkách zemního plynu ze zahraničí. V případě nehrazení uhelných elektráren jadernými bychom sice získali stabilní zdroj čisté elektřiny, nevýhodou ovšem je nemožnost regulace výkonu (jaderné elektrárny jsou tzv. základní zdroje, které neumožňují regulaci sítě), velká investiční náročnost, a hlavně dlouhá doba výstavby. Otázka je, zda i kdybychom se rozhodli alespoň část výkonu z uhelných elektráren nahradit novými jadernými zdroji, to je vůbec stihli např. do zmiňovaného roku 2038 postavit. Stavba jaderné elektrárny by v podmínkách ČR trvala přibližně 14 až 16 let. Případná kombinace plynových a jaderných zdrojů vyřeší část zmiňovaných problémů, nicméně stále to bude znamenat obrovské investice a také nárůst ceny pro spotřebitele. Více o problematice uzavírání uhelných elektráren najdete pod těmito odkazy:

<https://oenergetice.cz/nazory/obejdeme-se-bez-uhelných-elektren>

<https://oenergetice.cz/nazory/treba-vedet-pred-uzaviranim-uhelných-elektren>

2.3 Náhrada výroby z uhelných/jaderných elektráren zdroji OZE v podmínkách ČR

V předchozím případě jsme se bavili o tom, že by neekologické uhelné elektrárny měly nahradit elektrárny spalující zemní plyn nebo elektrárny jaderné. V tom případě by došlo ke snížení produkce emisí a tím i ke snížení zatížení životního prostředí, pořád by se ovšem jednalo o neobnovitelné zdroje. Neobnovitelný zdroj bychom nahrazovali dalším neobnovitelným zdroje.

Toto řešení, zejména v případě zemního plynu, je pouze dočasné a budeme muset hledat zdroje jiné - obnovitelné zdroje energie OZE. Myšlenka výroby elektrické energie pouze z obnovitelných zdrojů je určitě vznešená, je ovšem potřeba se zabývat otázkou, zda jsme toho v našich podmínkách schopní dosáhnout. Pojďme se tedy podívat na čísla a jednoduchými propočty stanovit, kolik bychom museli vybudovat elektráren s obnovitelnými zdroji elektrické energie, abychom pokryli současnou výrobu z uhelných a jaderných elektráren.

Zaměříme se na větrné a solární elektrárny, u vodních elektráren jsme totiž již vyčerpali lokality, kde by se velká hydroelektrárna dala postavit. V případě malých vodních elektráren nebude situace o moc lepší, navíc od budoucna se dají očekávat sucha. Takže výroba ve velkých nebo malých vodních elektrárnách nevypadá příliš perspektivně.

Všechny uvedené propočty vycházejí z hodnot výroby a instalovaného výkonu jednotlivých zdrojů elektrické energie pro rok 2020. Zdrojem je Zpráva o provozu elektrizační soustavy ČR 2020 (odkaz viz. výše). Nejprve si musíme vypočítat tzv. koeficient ročního využití, který udává poměr mezi skutečnou elektrickou energií vyprodukovanou v daném zdroji za rok a teoretickým množstvím energie, které by mohl daný zdroj za rok vyrobit. Rovnice pro výpočet je uvedena (**obrázek 8**).

$$k_{rv} = \frac{E_{vyr}}{P_i \cdot 8760} = \frac{\text{energie vyrobená za rok [MWh]}}{\text{instalovaný výkon [MW]} \cdot \text{počet hodin za rok [h]}} \quad [-, \%]$$

Obrázek 8: Výpočet koeficientu ročního využití energetických zdrojů

Koeficient ročního využití vlastně udává, jak je který zdroj efektivní z pohledu výroby v našich podmínkách za daný rok. Koeficient ročního využití se nemůže zaměnit za účinnost, ta totiž udává míru efektivity transformace energie.

Na **obrázku 9** jsou pak uvedené vypočtené hodnoty pro jednotlivé zdroje. Z uvedených hodnot je patrné, že tzv. základní zdroje, jako jaderné a uhelné elektrárny dosahují poměrně vysoké hodnoty. Důvodem je, že jsou v provozu velký počet hodin za rok. Naopak u větrných a solárních elektráren je zřejmé, že hodnota koeficientu ročního využití je menší. Důvodem je, že tyto obnovitelné zdroje jsou závislé na počasí a denní době. Vítr nefouká pořád, stejně tak jako slunce, které díky dennímu cyklu a často zataženému obloze nesvítí nepřetržitě.

Jaderné elektrárny	Uhelné elektrárny	Větrné elektrárny	Solární elektrárny	Vodní elektrárny
$P_i = 4290 \text{ MWe}$	$P_i = 10058 \text{ MWe}$	$P_i = 339 \text{ MWe}$	$P_i = 2071 \text{ MWe}$	$P_i = 1094 \text{ MWe}$
$E_{vyr} = 28370 \text{ GWh}$	$E_{vyr} = 31920 \text{ GWh}$	$E_{vyr} = 690 \text{ GWh}$	$E_{vyr} = 2215 \text{ GWh}$	$E_{vyr} = 2126 \text{ GWh}$
$k_{rv} = 75,5 \%$	$k_{rv} = 36,2 \%$	$k_{rv} = 23,2 \%$	$k_{rv} = 12,2 \%$	$k_{rv} = 22,2 \%$

Obrázek 9: Koeficient ročního využití energetických zdrojů v ČR za rok 2020 Zdroj: autor

Na **obrázku 10** je uvedena výroba v jaderných a uhelných elektrárnách v roce 2020, dále parametry průměrného fotovoltaického panelu, u kterého bude proveden výpočet teoreticky vyrobené energie jedním panelem. Toto množství teoreticky vyrobené elektrické energie za rok je vynásobeno koeficientem ročního využití pro fotovoltaické elektrárny, čímž získáme skutečně vyrobené množství elektrické energie jedním panelem za jeden rok. Pokud touto hodnotou vydělíme množství vyrobené energie jadernými, resp. uhelnými elektrárnami, zjistíme počet panelů, které bychom potřebovali k nahrazení výroby z těchto zdrojů. Dále je pak pro lepší představu uvedená plocha panelů v km^2 , kterou by zabíraly samotné panely. Jedná se pouze o čistou plochu panelů, při upevnění panelů na nosnou konstrukci bude potřebná plocha ještě větší (naroste zhruba o 1/3). Pro srovnání můžeme uvést, že rozloha celé Prahy včetně všech odlehlých městských částí je 496 km^2 !

Jaderné/uhelné elektrárny nahradíme solárními

$E_{vyr,JE} = 28370 \text{ GWh}$	Počet solárních panelů k nahrazení výroby z jaderných	
$E_{vyr,UE} = 31290 \text{ GWh}$	164 628 044 ks	...pak čistá plocha panelů 263 km²
Parametry průměrného panelu:	Počet solárních panelů k nahrazení výroby z uhelných	...pak čistá plocha panelů
průměrná intenzita záření 1000 W/m ²	181 572 488 ks	290 km²
nominální výkon 1 panelu 240 W _p	Počet solárních panelů k nahrazení výroby z jaderných a uhelných	...pak čistá plocha panelů
plocha 1,6 m ²	346 200 532 ks	554 km²

Obrázek 10: Počet fotovoltaických panelů a jejich plocha potřebná k nahrazení výroby z jaderných/uhelných elektráren Zdroj: autor

Na **obrázku 11** je opět uvedena výroba v jaderných a uhelných elektrárnách v roce 2020, instalovaný výkon jedné větrné elektrárny (2 MW je běžná hodnota instalovaného výkonu pro velké větrné elektrárny), dále pak teoreticky vyrobená elektřina jednou větrnou elektrárnou za rok a přepočítání na skutečně vyrobenou elektřinu, vezmeme-li v potaz koeficient ročního využití. Pokud touto hodnotou vydělíme množství vyrobené energie jadernými, resp. uhelnými elektrárnami, zjistíme počet větrných elektráren, které bychom potřebovali k nahrazení výroby z těchto zdrojů. Dále je pak pro lepší představu uvedená plocha v km², kterou by zabrala jedna větrná elektrárna, pokud bychom je rozmístili rovnoměrně po celé ploše naší republiky. Do výpočtu je brána celková rozloha ČR, přibližně 78 tis. km², a jedná tak o veškerou plochu včetně zastavěné plochy, zalesněné plochy, zavodněné plochy, plochy národních parků a CHKO. Navíc je potřeba si uvědomit, že větrná elektrárna s instalovaným výkonem 2 MW má obvyklou hodnotu průměru rotoru 80 m a gondola větrné elektrárny je umístěná ve výšce 80 m.

Jaderné/uhelné elektrárny nahradíme větrnými

$E_{vyr,JE} = 28370 \text{ GWh}$	Počet větrných elektráren k nahrazení výroby z jaderných	...pak jedna elektrárna na přibližně	
$E_{vyr,UE} = 31290 \text{ GWh}$	6 979 ks	11,2 km²	3,35 km 
$P_{i,1VE} = 2 \text{ MWe}$	Počet větrných elektráren k nahrazení výroby z uhelných	...pak jedna elektrárna na přibližně	
$E_{vyr,1V,teoretická} = 17520 \text{ MWh}$	7 697 ks	10,1 km²	3,2 km 
$k_{rv,VE} = 23,2 \%$	Počet větrných elektráren k nahrazení výroby z jaderných a uhelných	...pak jedna elektrárna na přibližně	
$E_{vyr,1V,skutečná} = 4065 \text{ MWh}$	14 676 ks	5,3 km²	2,3 km 

Obrázek 11: Počet větrných elektráren a plocha při rovnoměrném rozmístění na našem území potřebná k nahrazení výroby z jaderných/uhelných elektráren Zdroj: autor

Výše uvedená čísla a propočty jsou pouze ilustrativní a mohou se rok od roku měnit. Vycházejí ovšem z reálných dat instalovaného výkonu skutečné výroby z jednotlivých zdrojů a koeficientů využitelnosti za rok 2020. Cílem těchto propočtů je ukázat, že obnovitelné zdroje energie jsou sice zajímavou možností, jak vyrábět elektřinu s menším dopadem na životní prostředí, ovšem v podmínkách ČR nejsou zdroji příliš perspektivními. Je to dáno zejména tím, že na našem území se nenachází místa, kde by příliš foukal vítr, resp. intenzita slunečního záření a počet hodin slunečního svitu zde není příliš velká. Při masivním rozšíření těchto zdrojů by se ovšem projevila ještě jedna jejich nevýhoda, a tou je nestálost dodávky elektrické energie do přenosové soustavy. S tím souvisí nutnost zálohování těchto zdrojů zdroji jinými, které pracují nezávisle na počasí, denním cyklu a intenzit větru/slunečního svitu. Energetické soustavě, kde je velké zastoupení větrných a solárních elektráren, hrozí větší riziko zhroucení sítě, tzv. blackout.

2.4 Uhlíková neutralita a to, zda jsme schopni jí vůbec dosáhnout

Uhlíkovou neutralitou chápeme stav, kdy do ovzduší vypouštíme stejné množství emisí CO₂, které následně dokážeme z ovzduší odstranit. Neznamená to, že bychom do ovzduší žádné emise CO₂ nevypouštěli. Ale zajistíme, abychom ve stejném časovém horizontu jinými procesy ekvivalentní množství tohoto skleníkového plynu dokázali odebrat. S pojmem „uhlíková neutralita“ ještě souvisí pojem „klimatická neutralita“, zde se nebavíme pouze o CO₂, ale o všech druzích skleníkových plynů. Řada států, a vlastně i samotná EU, deklarují své odhodlání dosáhnout uhlíkové neutrality různými formami závazků, kdy si stanovují konkrétní termíny, kdy by jí chtěli dosáhnout. Zde se nejvíce mluví o roku 2050.

Některé sáty již tyto závazky zapracovávají do svých národních legislativ, jiné jsou ve stádiu příprav těchto legislativních kroků. Řada států, ale například i některých samosprávných celků a měst (např. Praha deklaruje, že chce dosáhnout uhlíkové neutrality v roce 2050), si stanovuje velmi ambiciózní cíle. Otázkou ovšem zůstává, jaké máme reálné možnosti tohoto deklarovaného cíle dosáhnout. A v případě, že by zde byly technicky zvládnutelné možnosti, jaké by byly jejich ekonomické nebo sociální dopady.

Možností, jak uhlíkové neutrality dosáhnout, anebo se jí alespoň přiblížit, můžeme v zásadě rozdělit na dvě základní skupiny, přičemž úspěšní budeme pouze v případě, že dokážeme obě tyto cesty realizovat současně. První cestou je výrazné snížení produkce emisí. V případě uhlíkové neutrality se bavíme o tzv. procesu dekarbonizace, tedy snížení dopadů výroby elektřiny a tepla, resp. dopravy, na životní prostředí. Jedná se o technologie, které při svém provozu vypustí méně emisí CO₂. V případě energetiky a teplárenství se jedná o odklon od vysoce emisních zdrojů ke zdrojům nízkoemisním, tedy postupné utlumování výroby v uhelných elektrárnách a nahrazení jejich produkce nízkoemisními neobnovitelnými zdroji nebo zdroji obnovitelnými, viz. výše.

V případě dopravy potom zvyšujícím se tlakem na přísnější emisní limity vozidel nebo opět postupným přechodem na elektromobilitu, viz. níže. Druhou cestou, jak snížit produkci emisí CO₂, je odpovědný přístup každého obyvatele naší planety. Zde tyto plány na omezení produkce emisí spoléhají na snížení tzv. uhlíkové stopy každého

jedince, zejména ovšem obyvatel vyspělých zemí, jejichž uhlíková stopa je ve srovnání s obyvateli rozvojových zemí výrazně větší. U rozvojových zemí by zase mohla hrát roli porodnost, resp. její snížení. Množství snížení produkce CO₂ při realizování jednotlivých opatření individuálním přístupem každého jedince je uvedeno na **obrázku 12**. Cesta snižování produkce emisí aktivním zapojením každého obyvatele naší planety je určitě zajímavou cestou, nicméně nemůžeme zřejmě očekávat nějaký výrazný dopad. Lidé ve vyspělých státech určitě nebudou příliš nakloněni snižování komfortu jejich života, lidé v rozvojových zemích se naopak snaží dosáhnout vyšší životní úrovně a s tím se snižování produkovaných emisí neslučuje.



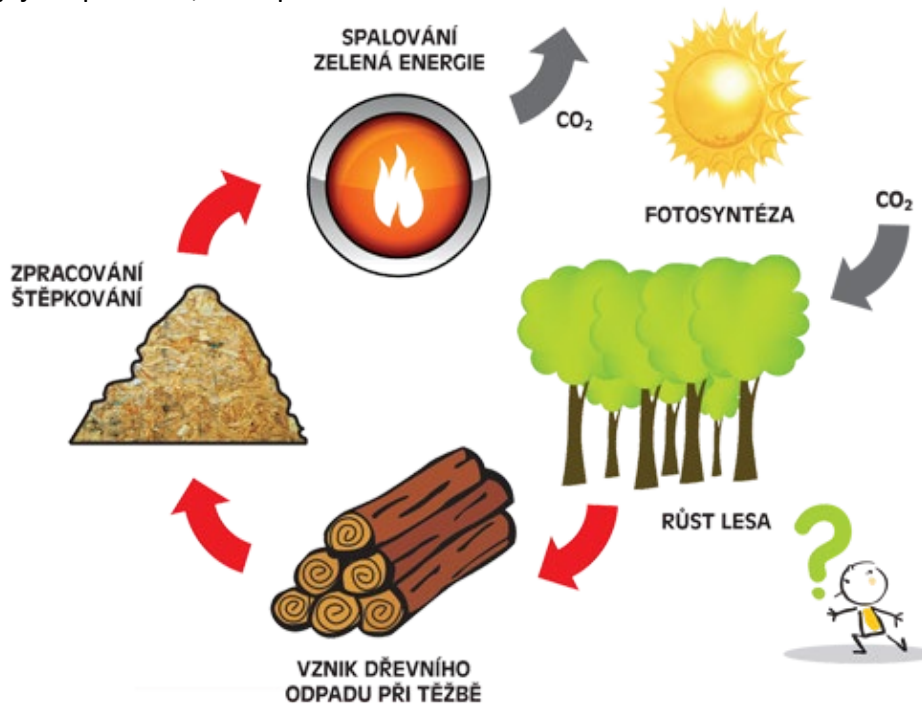
Obrazek 12: Možnosti snižování produkce CO₂

Zdroj: Wynes and Nicholas, *Environmental Research Letters*, 2017

Produkci CO₂ nelze úplně eliminovat, ani ji například snížit řádově na desetinu současné produkce. Technologické procesy i jakákoliv lidská činnost bude vždy spojená s produkcí emisí CO₂. Proto je pro dosažení uhlíkové neutrality potřeba také aktivně řešit, jak tento skleníkový plyn a jeho obsah v atmosféře snižovat a ekvivalentně tak vyrovnávat produkci, kterou nejsme schopni ovlivnit. Plány na snižování proto počítají v zásadě s dvěma cestami. Zaprvé se jedná o zachycování CO₂, buď přírodní nebo průmyslovou cestou. Přírodní postupy pracují se zachycováním CO₂ rostlinami, které vážou CO₂ z atmosféry při svém růstu a ukládají jej do listů, kmenů a kořenů. V tomto případě se tedy jedná o vysazování stromů a obnovu lesních porostů. S tím souvisí také vyrovnaná bilance CO₂ při spalování biomasy. Při spálení 1 kg dřeva se do ovzduší uvolní takové množství CO₂, které se

z atmosféry odebralo pro růst stejného množství dřeva. Tento cyklus popisuje **obrázek 13**.

Je ovšem nutno říci, že tato rovnost platí pouze v případě, že je vyprodukovaná biomasa zpracována, tedy spálená v lokalitě, kde došlo k jejímu růstu. V případě, že je biomasa transportována na větší vzdálenosti, tato rovnost, tedy uhlíková neutralita při jejím spalování, už neplatí.



Obrázek 13: Cyklus, kdy je vyprodukovaná biomasa zpracována, tedy spálená v lokalitě, kde došlo k jejímu růstu Zdroj: ekostrazce.cz

Průmyslové postupy na zachycování atmosférického CO_2 se v angličtině označují CCS (z anglického Carbon Capture and Storage) a jak již z významu zkratky vyplývá, jedná se o zachycení plynného CO_2 a jeho uložení tak, aby se nemohl do ovzduší vracet a došlo tak ke snížení jeho obsahu v atmosféře. K tomu se používají principy filtrace vzduchu a zachycený plyn se poté většinou vstříkuje do hlubokých vrtů v zemské kůře. Tyto technologie mohou fungovat poměrně dobře, což i dokazuje jejich ověření v praxi. Problémem je ovšem velká finanční nákladnost tohoto procesu.

Druhou možností, jak v globálu snižovat obsah CO_2 v atmosféře, jsou tzv. uhlíkové kompenzace. Zjednodušeně se dá říci, že se jedná o projekty, které se různými způsoby snaží produkci skleníkových plynů snížit. Příkladem zde může být cesta vedoucí ke snížení dopadu metanu na změnu klimatu. Produkovaný metan např. ze skládek komunálního odpadu se bude zachytávat a spalovat, čímž se sice do ovzduší vypustí CO_2 , ale celkově s nižším vlivem na globální oteplování.

Více o problematice uhlíkové neutrality pod tímto odkazem:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Uhl%C3%ADkov%C3%A1_neutralita

2.5 Jsou obnovitelné zdroje energie skutečně absolutně čisté?

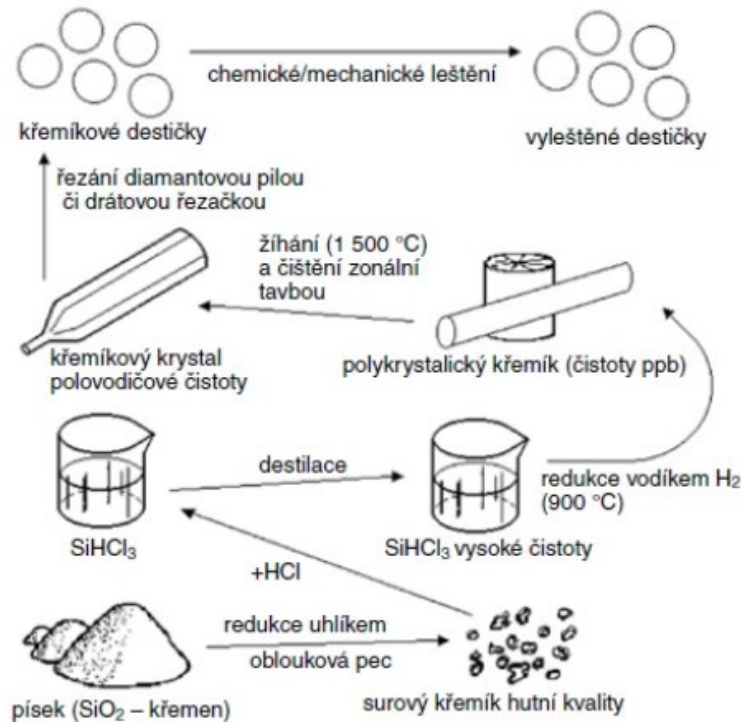
Bavíme-li se o očekávání, že přechodem k nízkoemisní nebo ještě lépe k úplně bezemisní energetice výrazně snížíme produkci emisí, musíme si uvědomit ještě jednu věc. Obnovitelné zdroje energie sice přímo při svém provozu neprodukují žádné emisí, neznamená to ovšem, že by jejich dopad na životní prostředí byl nulový. Musíme zde zbořit mýtus, který se bohužel velice často prezentuje v médiích nebo jej v rámci svých vyjádření podávají různí ekologičtí aktivisté. A mýtus zní, že obnovitelné zdroje jsou absolutně čisté.

Vynecháme-li problematiku možného zasažení ekosystému v místě instalace těchto zdrojů, dopad na životní prostředí budou mít tyto zdroje ještě tzv. nepřímou produkcí emisí. Celkové emise vypuštěné do ovzduší za celou produktivní životnost zdroje by se rovnaly součtu emise při výrobě/výstavbě daného zdroje, nepřímou vypuštěné emise během provozu a emise při likvidaci daného zdroje po skončení jeho životnosti.

Například při výrobě fotovoltaického panelu se vypustí emise (největší výrobce Čína, ta ovšem na ekologii příliš nehledí), panely se také musí dopravit (z Číny) a nainstalovat, přičemž se vypustí také určité množství emisí. Při samotném provozu těchto fotovoltaických panelů se nepřímo také vypouštějí emise – klasické konvenční elektrárny čekají v tzv. teplé záloze (spaluje se palivo, vypouští se emise, ale nevyrábí se žádný proud), aby mohly zastoupit výrobu z obnovitelných zdrojů energie, když nebudou vhodné podmínky (noc, zataženo, náhlá změna počasí). Po skončení životnosti, která je výrazně nižší než u neobnovitelných, se musí vyřazené panely zlikvidovat, což je energeticky náročné a vypustí se při tom nemalé množství emisí viz. níže v podkapitole „Likvidace vysloužilých elektráren“.

Například u zmíněných fotovoltaických panelů by se jednalo o těžbu a zpracování surovin, rafinaci a výrobu materiálu pro křemíkové panely Mg-Si, dále pak o výrobu ingotů a desek, výrobu samotných článků a jejich následnou kompletaci do panelů. Výrobní proces fotovoltaické desky je uveden na **obrázku 14**.

Z obrázku je jasné, že se jedná o složitý a energeticky náročný proces, což dokazuje spotřeba elektřiny na výrobu jednoho kompletního panelu. Na výrobu 1 panelu se spotřebuje přibližně 750 kWh elektrické energie. Např. pro výrobu 8,3 mil. panelů by to znamenalo 6225 GWh. To je asi tolik energie, kterou vyrobí všechny vodní elektrárny v ČR za 4 roky provozu a při tom se do ovzduší vypustí asi 6,3 mil. tun CO₂. Stejná situace by byla i u zmiňovaných větrných elektráren, protože samotná výstavba by se skládala z těžby a zpracování surovin pro výrobu oceli (případně recyklaci oceli), dále pak výroba oceli pro stožár větrníku, pro gondolu a veškeré její vybavení, výroba cementu pro betonový základ stožáru, dále pak výroba listů rotoru.



Obrázek 14: Proces výroby křemíkového fotovoltaického panelu Zdroj: czepho.cz

V neposlední řadě je potřeba také uvažovat nad kompletací větrníku, což vzhledem k často odlehlému oblastem instalace těchto elektráren představuje nemalý logistický problém, a od toho se odvíjející velká finanční náročnost samotné instalace. Např. jen výroba oceli pro stavbu větrníku produkuje obrovské množství emisí - na výrobu 1 tuny oceli se vyprodukuje od 1,82 po 2,49 tuny CO₂ (v závislosti na místě produkce).

Ekologicky šetrnější ocelárny, které používají technologii elektrických obloukových pecí, vykazují měrné emise až 0,9 tuny CO₂ na 1 tunu vyrobené oceli. Průměrný stožár velké větrné elektrárny váží až 225 tun. I v případě ekologické výroby oceli se jedná o více než 200 tun CO₂ vypouštěného do ovzduší jen pro výrobu oceli na stožár větrníku.

Více informací o výrobě fotovoltaických panelů pod tímto odkazem:

<https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/5470-historie-a-perspektivy-oze-fotovoltaika-technologie-krystalickeho-kremiku>



Pojmy k zapamatování

Křemík, fotovoltaický panel, produkce CO₂, uhlíková neutralita, jaderná a uhelná elektrárna.

2.6 Přechod k elektromobilitě

Jedna z myšlenek, jak snižovat produkci emisí z lidské činnosti, se zaměřuje na postupný útlum využívání spalovacích motorů v dopravě a jejich nahrazení elektrickou trakcí. V blízkém až střednědobém horizontu se mluví o přechodu na elektrickou trakci u osobních automobilů, ve střednědobém až dlouhodobém horizontu by se pak mělo jednat o kompletní přechod i těžších vozidel, jako např. autobusů a nákladních vozidel. Podobně jako je tomu u uhelných elektráren s emisními povolenkami, kde zpřísnující emisní limity a ceny emisních povolenek nutí provozovatele k postupnému přechodu na nízkoemisní energetiku, tak stejně u elektromobility stále se zpřísnující emisní limity pro spalovací motory a požadavky na flotilové emise (emise napříč produktovými řadami u jednoho výrobce) nutí producenty automobilů k postupnému přechodu na elektromobilitu.

Výhod i problémů tohoto přechodu je celá řada a jsou obecně dobře známy, nebudeme je zde rozebírat. Zajímavostí by snad mohlo být vyčíslení nárůstu spotřeby elektřiny při teoretickém kompletním přechodu ČR na elektromobilitu. Tento přechod by znamenal nárůst spotřeby zhruba o 20 TWh ročně. V roce 2020 vyrobily obě české jaderné elektrárny přibližně 28 TWh. S plánovaným přechodem na elektromobilitu musíme být také schopni tuto zvýšenou spotřebu pokrýt, otázka ovšem je, kterými zdroji by to bylo. Více o energetické náročnosti přechodu od vozidel vybavených spalovacím motorem k elektromobilům najdete pod tímto odkazem: <https://oenergetice.cz/cista-mobilita/kompletni-prechod-cr-elektromobilitu-by-si-vyzadal>



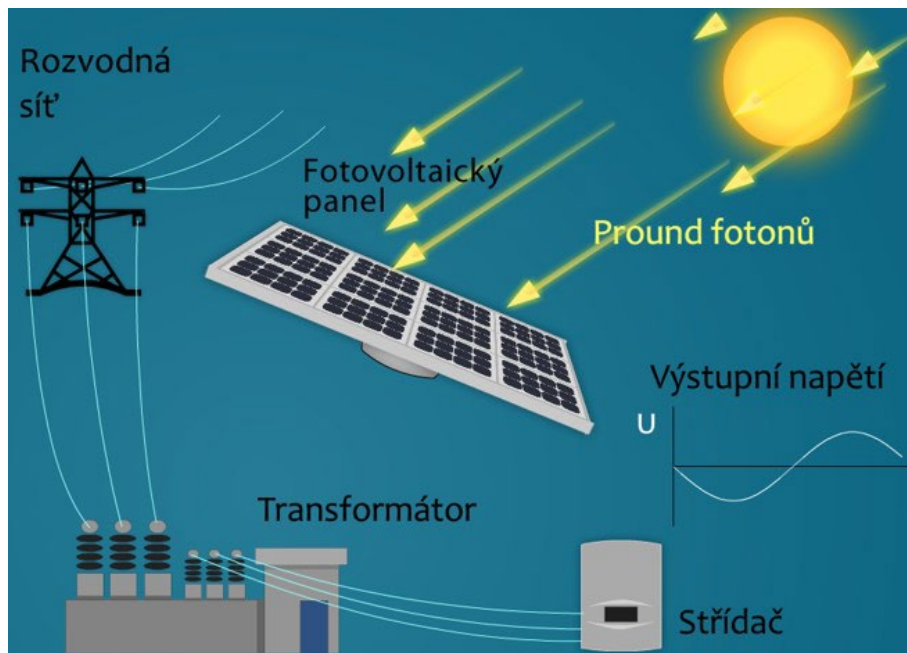
Najděte na webových stránkách:

- možnosti užití fotovoltaických panelů k výrobě elektrické energie,
- užití elektromobilů na bázi vodíku,
- ověřte, jak plánují v budoucnu firmy ekologicky zpracovat vysloužilé fotovoltaické panely.



Příklad zjednodušené funkce fotovoltaické elektrárny

Sluneční záření v podobě proudu fotonů dopadá na fotovoltaický panel – dále jen (FP), v důsledku dopadů fotonů na FP, který je tvořen PN přechodem dochází k jeho zahřátí a rozpohybování elektronů, elektrony uvolněné z polovodiče typu N začnou přeskakovat na stranu polovodiče typu P, v důsledku pohybu elektronů se začne vytvářet elektrický proud a vznikat stejnosměrné napětí, stejnosměrné napětí je ve střídači přeměněno na střídavé a v transformátoru transformováno na požadovanou napěťovou hladinu elektrické sítě. Princip činnosti je vyobrazen zjednodušeně na **obrázku 15**.



Obrázek 15: Princip činnosti fotovoltaiické elektrárny



Shrnutí

Otázku uhlíkové neutrality chápeme jako stav, kdy do ovzduší vypouštíme stejné množství emisí CO_2 , které následně dokážeme z ovzduší odstranit. Neznamená to, že bychom do ovzduší žádné emise CO_2 nevypouštěli, jen ve stejném časovém horizontu dokážeme jinými procesy ekvivalentní množství tohoto skleníkového plynu odebrat.

S pojmem uhlíková neutralita ještě souvisí pojem klimatická neutralita, zde se nebudeme zabývat pouze o CO_2 , ale o všech druzích skleníkových plynů. Řada států, a vlastně i samotná EU, deklaruje své odhodlání dosáhnout uhlíkové neutrality různými formami závazků, kdy si stanovují konkrétní kroky, kdy by jí chtěli dosáhnout. Vše se zatím děje za pomoci instalace obnovitelných zdrojů a zavírání zdrojů neekologických. Zda je to vhodné v takovém rozsahu, kdy má lidstvo velkou energetickou náročnost, ukáže čas.



Pojmy k zapamatování

Fotovoltaiický panel, elektromobilita, uhlíková neutralita, technologický proces, emise, obnovitelný zdroj energie.



Cvičení

Pomocí dostupných informací na internetu vyhledejte, jak se vyvíjí otázka uhlíkové neutrality u vyspělých a rozvojových zemí.



Podněty k diskusi

1. Popište proces výroby křemíkového fotovoltaiického panelu.
2. Popište přechod od spalovacích motorů k elektromobilitě.
3. Vymenujte rizika, která plynou z elektromobility.

3 Přínosy vs. rizika – aneb co dobrého a špatného nám budoucnost přinese



Cíl kapitoly

Po nastudování této kapitoly byste měli být schopni:

- vysvětlit, jaké jsou výhody a nevýhody při užívání obnovitelných zdrojů energie (OZE),
- popsat možná rizika blackoutu v přenosové soustavě,
- charakterizovat, co znamená pojem blackout,
- vysvětlit, jak si představíte tzv. „Chytré sítě“,
- objasnit pojem elektromobility a její rizika,
- popsat u elektromobilu užití vodíkové technologie,
- vysvětlit funkci a užití palivových článků.



Klíčová slova

Blackout, přenosová soustava, chytrá síť, elektromobilita, palivový článek, vodíková technologie.

Doporučená hodinová dotace

2 krát 45 min/téma



Doporučené vyučovací metody a formy:

Vyučovací metody:

- slovní (vyprávění, vysvětlování, přednáška, práce s textem, rozhovor),
- metody názorně demonstrační (předvádění a pozorování, práce s obrazem, instruktáž),
- aktivizující výukové metody (diskuze, heuristická metoda, metoda řešení problému).

Vyučovací formy:

- frontální výuka,
- skupinová a kooperativní výuka,
- samostatná práce žáků,
- projektové vyučování.

Rozvíjené klíčové kompetence a očekávané výstupy:

Vzdělávací oblast RVP ZV:

Matematika a její aplikace

Tematický okruh:

Číslo a proměnná

Cíle (očekávané výstupy podle RVP):

- M-9-1-01** provádí početní operace v oboru celých a racionálních čísel; užívá ve výpočtech druhou mocninu a odmocninu,
- M-9-1-02** zaokrouhluje a provádí odhady s danou přesností, účelně využívá kalkulátor,
- M-9-1-04** užívá různé způsoby kvantitativního vyjádření vztahu celek–část (přirozeným číslem, poměrem, zlomkem, desetinným číslem, procentem),
- M-9-1-05** řeší modelováním a výpočtem situace vyjádřené poměrem; pracuje s měřítky map a plánů,
- M-9-1-06** řeší aplikační úlohy na procenta (i pro případ, že procentová část je větší než celek),
- M-9-1-07** matematizuje jednoduché reálné situace s využitím proměnných; určí hodnotu výrazu, sčítá a násobí mnohočleny, provádí rozklad mnohočlenu na součin pomocí vzorců a vytýkáním.

Aktivity - žák

- využívá matematických poznatků a dovedností v praktických činnostech (odhady, měření a porovnávání velikostí a vzdáleností, orientace),
- rozvíjí abstraktní a exaktní myšlení osvojováním si a využíváním základních matematických pojmů a vztahů. Poznává jejich charakteristické vlastnosti a na základě těchto vlastností k určuje a zařazuje pojmy,
- rozvíjí spolupráce při řešení problémových a aplikovaných úloh vyjadřujících situace z běžného života a následně je využívá k získání řešení v praxi. Poznává možnosti matematiky a skutečnosti, že k výsledku lze dospět různými způsoby.

Vzdělávací oblast RVP ZV:**Člověk a svět práce****Tematický okruh:****Práce s laboratorní technikou****Cíle (očekávané výstupy podle RVP):**

- ČSP-9-6-03** Vyhledá v dostupných informačních zdrojích všechny podklady, jež mu co nejlépe pomohou provést danou experimentální práci.

Tematický okruh:**Využití digitálních technologií****Cíle (očekávané výstupy podle RVP):**

- ČSP-9-7-03** Pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi (cestování, obchod, vzdělávání, zábava).

Tematický okruh:**Svět práce**

- ČSP-9-8-01** orientuje se v pracovních činnostech vybraných profesí,
- ČSP-9-8-02** Posoudí své možnosti při rozhodování o volbě vhodného povolání a profesní přípravě.

Aktivity – žák

- charakterizuje vybraná technická povolání lidí, druhy pracovišť, pracovních prostředků, pracovních objektů, charakter a druhy pracovních činností; požadavky kvalifikační, zdravotní a osobnostní; rovnost příležitostí na trhu práce,
- žáci diskutují nad možností volby své profesní orientace, včetně základních principů sebepoznávání: osobních zájmů a cílů, tělesného a zdravotního stavu, osobních vlastností a schopností, provádějí sebehodnocení, definují vlivy na volbu profesní orientace i informační základnu pro volbu povolání vzhledem k polytechnickému zaměření.

3.1 Výhody a nevýhody využívání obnovitelných zdrojů energie

V předchozím tématu jsme řešili přechod od zdrojů vysoceemisních ke zdrojům nízkemisním nebo dokonce bezemisním (i když už nyní víme, že obnovitelné zdroje nejsou absolutně čisté). Výhodou obnovitelných zdrojů je, že během jejich provozu nedochází k tak velkému zatížení životního prostředí jako je tomu např. u uhelné elektrárny. Obnovitelné zdroje jsou prakticky nevyčerpatelné, neboť jejich provoz souvisí se slunečním svitem, přímým dopadem slunečních paprsků na fotovoltaické panely dochází k produkci elektrické energie, nerovnoměrnost dopadů slunečních paprsků na povrch Země zase způsobuje rozdílné teploty povrchu, resp. vzduchu v jeho blízkosti, čímž se dává do pohybu masa vzduchu a mohou tak fungovat větrné elektrárny. Pohyb vzdušné masy souvisí také s koloběhem vody v přírodě a díky tomu mohou zase fungovat vodní elektrárny.

V neposlední řadě je také slunce nezbytné pro růst rostlin a díky tomu získáváme biomasu pro energetické účely. Nevýhodou obnovitelných zdrojů energie je pak obecně již zmiňovaná závislost na počasí, denní době, množství srážek apod. Dále pak nutnost zálohování výkonu těchto zdrojů jinými konvenčními zdroji jako např. uhelnými nebo plynovými elektrárnami. Zálohování těchto zdrojů je možné ještě vyřešit přímým ukládáním elektrické energie do baterií nebo nepřímou akumulací do různě technicky a konstrukčně provedených zařízení. V případě ukládání přímo do baterií narážíme na problém kapacity současných baterií, které neumožňují ukládat elektrickou energii v řádech stovek a tisíců MWh, i když dnes už jsou realizovány aplikace s kapacitou přes 700 MWh.

Jedná se ovšem o investičně nákladnou záležitost a vzhledem k omezeným zdrojům surovin pro výrobu takových baterií a s tím související cenou, se ovšem nejedná o technologii, která by se v současnosti mohla výrazně rozvíjet. Navíc s rostoucím zastoupením elektromobilů bude materiálů pro výrobu těchto obřích baterií ubývat. Jednou z teoretických možností, jak velká bateriová uložiska budovat, je využít staré baterie z elektromobilů, které již nemají kapacitu pro pohon vozidla, pro aplikace určené ke skladování elektřiny ovšem dostačují.

V případě nepřímé akumulace elektrické energie by se jednalo o konvenční a nekonvenční technologie.

U konvenčních jde o přečerpávací vodní elektrárny, u nekonvenčních o technologie založené na využití vodíku jako nosného média, kdy elektrolýzou vody vyrábíme vodík, který ukládáme a poté pomocí palivového článku vyrábíme opět elektřinu. Mezi nekonvenční technologie řadíme různé mechanické systémy (zvedání a pouštění závaží) nebo tlakové systémy, pomocí kterých stlačujeme vzduch do podzemních zásobníků a jeho expanzí na plynových turbínách poté vyrábíme elektrickou energii. Nevýhodou přímé i nepřímé akumulace elektrické energie jsou ztráty, které zejména u nepřímých systémů dosahují bohužel velkých hodnot. Více o možnostech akumulace elektrické energie najdete pod tímto odkazem:

<https://oenergetice.cz/akumulace-energie/velky-prehled-vyuzivane-i-perspektivni-technologie-akumulace-energie>

Při posuzování výhod a nevýhod obnovitelných zdrojů energie je vždy potřeba vztáhnout situaci na lokální podmínky daného státu nebo oblasti, kde se tyto zdroje využívají nebo plánují využívat/rozšiřovat. Lokální podmínky výrazně ovlivňují posouzení efektivity, bezpečnosti pro přenosovou soustavu a ekonomické návratnosti při plánovaném budování těchto zdrojů.

Řadě zemí se díky specifickým podmínkám podařilo eliminovat řadu nevýhod obnovitelných zdrojů a ty se tak staly nedílnou součástí, v některých případech dokonce dominantními zdroji, energetického mixu dané země. Zde lze bohužel konstatovat, že v ČR nejsou pro využívání obnovitelných zdrojů příliš přílivité podmínky. Pro zajímavost můžeme uvést energetický mix Norska, který je ve srovnání s jinými zeměmi naprosto unikátní, drtivou většinu výroby elektrické energie totiž pokrývají vodní elektrárny (v roce 2019 to bylo více než 93 % veškeré vyrobené elektřiny).



Pojmy k zapamatování

Bezemisní zdroj, životní prostředí, vodní elektrárna, baterie, elektrolýza, energetický mix.

3.2 Riziko blackoutu a problémy přenosové soustavy

„Blackout“ je anglické označení masivního výpadku dodávek elektrické energie, v češtině zůstal bez překladu. Pojmem blackout označujeme takový výpadek dodávek elektřiny, který postihne velké množství lidí, zasáhne velkou oblast co do rozlohy a obecně trvá delší dobu.

Blackoutem bychom neměli označovat krátké lokální výpadky - tedy výpadky v domě vlivem zkratu na elektrorozvodech nebo vyhození jističe, případně výpadky ulic nebo měst/městských částí způsobených např. poruchou transformátoru v lokální distribuční soustavě. Důvodů k vzniku blackoutu může být celá řada - zpravidla porucha více než jedné elektrárny, výpadek většího množství energetických zdrojů vlivem nepříznivého počasí nebo selhání přenosové soustavy, opět vlivem výpadku většího množství uzlových bodů přenosové soustavy nebo vlivem nepříznivého počasí. Důležitějšími než důvody vzniku (i když i ty je třeba analyzovat, aby se předešlo případným dalším výpadekům dodávek v budoucnu) jsou ovšem dopady blackoutu.

Blackout představuje značené bezpečnostní a ekonomické riziko jako pro národní hospodářství, tak i pro samotnou bezpečnost obyvatel dané země. Zejména díky čerstvým zkušenostem s lockdownem v průběhu pandemie COVID-19, můžeme hodnotit následky blackoutu jako mnohem závažnější, pochopitelně nebudeme-li uvažovat o nejhorším, tedy o obětech na životech.

Blackout oproti zmiňovanému lockdownu znamená totální uzavření služeb (největším problémem je nedostupnost i základních potravin) a průmyslu (veškerý průmysl se uzavře), ještě větší omezení dostupnosti zdravotní péče a z toho všeho plynoucí bezpečnostní rizika a nedozírný dopad na ekonomiku. Ovšem i na blackoutu můžeme najít jednu pozitivní věc, a tou je doložené zvýšení porodnosti zhruba 9 měsíců po blackoutu (skutečně statisticky prokázáno u všech blackoutů v minulosti), což může být zejména ve vyspělých ekonomikách, kde obyvatelstvo pomalu vymírá, bráno jako velmi žádoucí. Jen pro zajímavost uveďme, že k největšímu blackoutu v historii lidstva došlo v roce 2012 v Indii, kde tento blackout zasáhl více než 600 mil. lidí. Více informací o blackoutu a rady, jak se na něj připravit a jak jej co možná nejlépe zvládnout, najdete pod tímto odkazem:

<https://www.krizport.cz/rady/rady-pro-obcany-blackout>

V podmínkách ČR, resp. Střední Evropy, je blackout nejčastěji zmiňován v souvislosti s rostoucí mírou zastoupení obnovitelných zdrojů v naší přenosové soustavě, ale hlavně v přenosových soustavách našich sousedních států. Zejména s ohledem na nestálost dodávky elektrické energie z obnovitelných zdrojů a zatím stále chybějící technické možnosti, jak ve velké míře elektřinu ukládat, riziko vzniku blackoutu roste. V minulosti jsme již mnohokrát čelili velmi reálnému riziku výpadků naší přenosové soustavy. Jen díky vyššímu zastoupení konvenčních zdrojů, v tomto případě uhelných elektráren, a spolupráci s přenosovými soustavami v okolních zemích se nám podařilo situaci vyřešit.

Nutno ovšem dodat, že blackout nám nehrozil z důvodu výpadku energetických zdrojů nebo přenosové soustavy na našem území, ale z důvodů těchto problémů v okolních zemích, na které je naše přenosová soustava napojena. Jako příklad problémů zvyšujících riziko blackoutu můžeme uvést velký nepoměr mezi přebytkovou produkcí elektrické energie z obnovitelných zdrojů v severním Německu (větrné elektrárny) a chybějícími kapacitami na průmyslovém jihu Německa, v Rakousku a Maďarsku. To způsobuje zvýšené (rizikové) toky přes naše území (**obrázek 16**).



Obrázek 16 Problém přenosových soustav Střední Evropy Zdroj: vesmir.cz

Pojmy k zapamatování



Blackout, lockdown, covid-19, elektrická energie, bezpečnostní riziko, distribuční soustava, ekonomika, zdravotní péče.

3.3 Chytré sítě (SMART GRIDS) v České republice

Chytrá síť vede dvousměrně energii, kterou čerpá z obnovitelných zdrojů a stává se tak zajímavou investicí pro spořivé domácnosti. Testuje se už i v České republice a její chytrost spočívá v regulaci výroby a spotřeby dodávek elektrické energie v reálném čase. Zároveň v případě výpadku elektrického proudu dokáže díky svým sensorům rychle diagnostikovat a obnovit dodávku elektřiny. Inteligentní síť tak umí efektivně a šetrně pracovat s přebytkem i nedostatkem elektrické energie v síti. Je určitou nadějí pro ekologicky smýšlející majitele energeticky nenáročných domácností, kteří preferují ohleduplnost k životnímu prostředí. V současné době se přebytečná energie vrací zpátky do sítě. Dvousměrný proud, který v síti proudí, má své výhody.

Ukázka pohledu na SMART GRIDS je uvedena na **obrázku 17**.

Výhody Smart Grids:

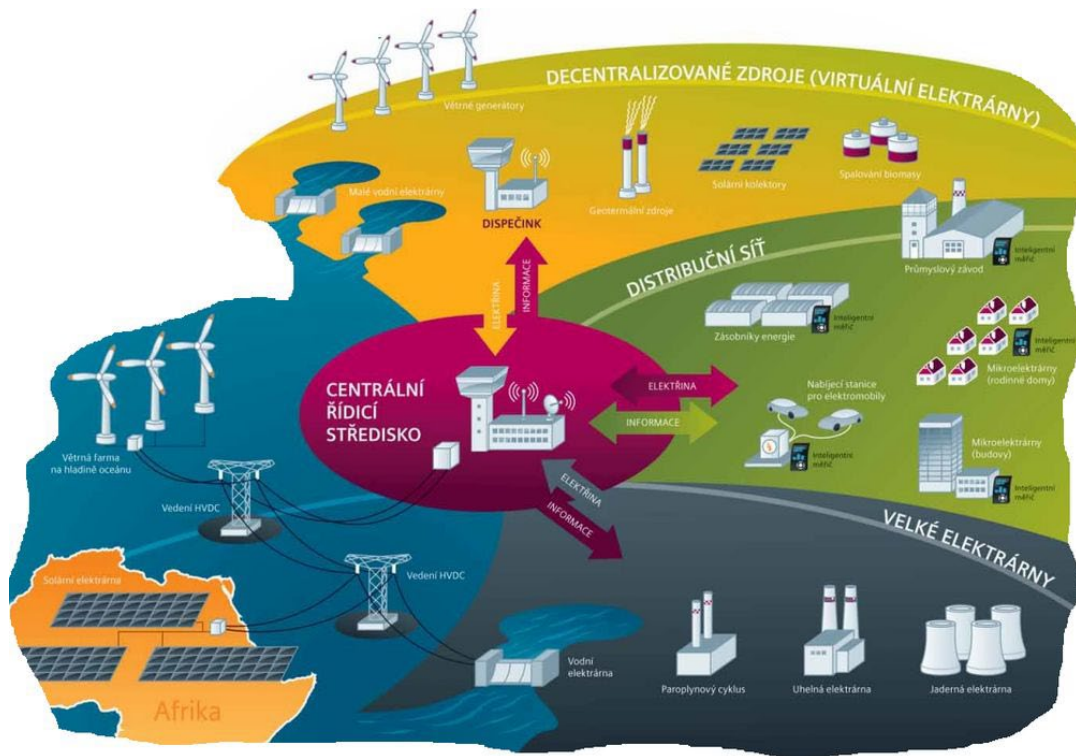
- energie se získává z obnovitelných zdrojů,
- rychlá obnova při výpadku dodávek energie (předchází blackoutu),
- řeší problémy energetického zásobování v méně přístupných regionech,
- do sítě je snazší integrovat sluneční nebo větrnou energii,

- domácnosti mohou být nezávislé na klasické síti,
- minimalizuje náklady na dodávku energie,
- podporuje samostatnost zákazníka v plánování vlastní spotřeby energie,
- následná úspora energie a financí je zaručena.

V dnešní době se tento fakt potvrzuje v automobilovém průmyslu. Tesla Motors, dostává zapláceno za využití přebytečné energie z obnovitelných zdrojů. Pro majitele jejich automobilů je tak nabíjení zdarma.

Smart grids a obavy z následujících rizik:

- současné sítě nejsou připraveny na příjem energie z alternativních zdrojů,
- finanční náročnost pro domácnosti je ve fázi přípravy,
- největší obavy panují v případně domácností, které se musí vybavit chytrými spotřebiči,
- na první pohled se to může zdát finančně náročné,
- zvýšení sazeb pro ostatní uživatele sítě,
- připojení sítě na počítačovou síť zvyšuje riziko kybernetických útoků.



Obrázek 17: Pohledové schéma stavu sítě SMART GRID

Zdroj: <https://elektro.tzb-info.cz/12544-co-je-smart-grid>



Příklad

Jsme účastníci provozované chytré sítě. Máme instalované chytré přístroje, které umí detekovat různé poruchové stavy a automaticky provádět opatření. Vše se děje na bázi ekologicky šetrného zařízení s maximálním využitím obnovitelných zdrojů a bez zbytečných odstávek elektrické energie v domácnostech.

3.4 Elektromobilita – reálné riziko ztráty možnosti individuální dopravy

Přechod k elektromobilitě a s tím související problémy jsme již řešili v předchozí kapitole, s elektromobilitou ovšem souvisí ještě jeden problém, který by v budoucnu mohl znamenat reálné riziko ztráty možnosti individuální dopravy pro nemalou část obyvatel naší země, potažmo Evropy. Stále častěji se začíná zmiňovat téma zákazu prodeje osobních automobilů se spalovacím motorem. A to nejen v médiích, ale o této možnosti také mluví řada vysoce postavených politiků v zemích západní Evropy. Zavedení tohoto opatření má přinést akceleraci přechodu na elektrickou trakci u osobních automobilů. Zde je třeba být velice opatrní a řešit i nepřímé následky tohoto rozhodnutí. S rozšiřujícím se počtem elektromobilů je zcela správné předpokládat, že cena těchto elektromobilů bude v budoucnu klesat a dosáhne možná stejných cen jako u automobilů se spalovacím motorem. Nelze ovšem předpokládat, že cena elektromobilu podkročí tuto cenu.

Není k tomu důvod, protože elektromobil sice nemá drahý spalovací motor, nicméně má velmi drahou baterii a u ní zřejmě vlivem zvýšené poptávky a nárůstu ceny surovin, cena samotné baterie klesat nebude. I v případě, že nejlevnější elektromobil bude stát stejně jako nejlevnější auto se spalovacím motorem, tak bude pro řadu lidí stejně finančně nedostupný. V současné době je pro řadu lidí finančně nedostupné pořídit si nový vůz, musí se proto spoléhat na trh s ojetými vozy. Trh s ojetými elektromobily z logických důvodů nebude u elektromobilů příliš fungovat. Určitě se v budoucnu budou prodávat mírně ojeté elektromobily, ovšem ani na ty nízkopříjmová část populace finančně nedosáhne. Elektromobil za zlomek pořizovací hodnoty koupit nepůjde, protože takovéto vozidlo bude mít baterii za hranici životnosti a bude neprodejné.

Reálně tak hrozí možnost, že nemalá část občanů (reprezentanti nízkopříjmového obyvatelstva, ale možná také značná část střední třídy) ztratí možnost individuálně se dopravovat soukromým automobilem. Mobilita tak bude vyhrazena pouze pro majetné. Ukázka klasického elektromobilu s rozložením baterie je uvedena na **obrázku 18**.



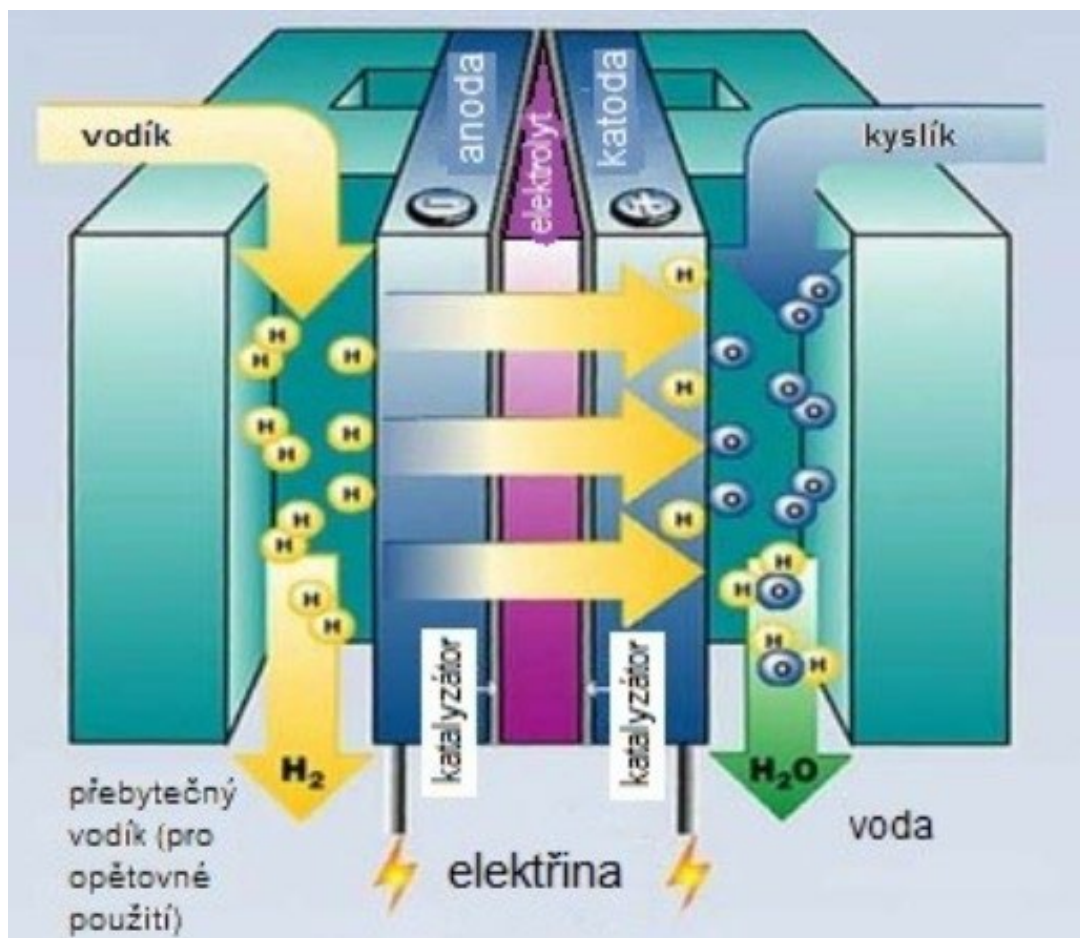
Obrázek 18 Klasický elektromobil s baterií typu Nissan Leaf Zdroj: www.autoweb.cz

3.5 Elektromobilita ve variantě vodíkové technologie

Kromě klasických elektromobilů, které jsou založeny na dobíjení baterií v dobíjecích stanicích, existuje varianta vodíkové technologie s použitím palivových článků. Jako zdroj elektrické energie pro pohon elektromotorů se nepoužívá baterie, ale palivový článek využívající vodík, který je ve vozidle skladován v tlakových láhvích.

Palivový článek

Je elektrochemické zařízení, ve kterém sloučením vodíkového paliva s kyslíkem dochází ke vzniku elektřiny, tepla a vody. Vodík se uchovává v tlakové nádobě a kyslík se odebírá ze vzduchu. Vzhledem k tomu, že zde nedochází k procesu spalování, neuvolňují se škodlivé emise a jediným vedlejším produktem je čistá voda. Ukázka principu palivového článku je uvedena na **obrázku 19**.



Obrázek 19 Princip palivového článku Zdroj: *US Department of Energy, office of Energy Efficiency and Renewable Energy*

3.6 Likvidace vysloužilých elektráren

V budoucnu budeme muset řešit problematiku likvidace vysloužilých elektráren. Toto se dotkne jak neobnovitelných, tak i obnovitelných zdrojů energie. Problematiku likvidace vysloužilých elektráren je ovšem potřeba vždy posuzovat v kontextu jejich reálné životnosti. U jaderné elektrárny je plánovaná životnost 30 let (nejedná se

o univerzální hodnotu, může se lišit), reálná je poté klidně i 60 a některé společnosti/státy plánují některé z jaderných bloků provozovat až 80 (!) let.

Z tohoto pohledu se tedy jedná o ideální zdroj, neboť jeho reálná životnost je velmi dlouhá a náklady na likvidaci, nebo alespoň ukončení provozu, je možné rozprostřít do mnoha provozních let. Pravdou ovšem je, že likvidace jaderné elektrárny je nesmírně technicky i ekonomicky náročná. S plánování výstavby nových jaderných zdrojů bychom tedy neměli zapomínat ani na tento problém. A to řešíme pouze likvidací samotné elektrárny - jaderné i nejaderné části, úplně při tom pomíjíme problematiku ukládání použitého jaderného paliva, které při provozu vznikne. Příkladem likvidace jaderné elektrárny může být německá jaderná elektrárna Mülheim-Kärlich, která byla v provozu pouze mezi lety 1986 a 1988. Elektrárna byla vybavena jedním tlakovodním reaktorem s výkonem 1308 MWe.

S likvidací elektrárny se začalo v roce 2001 a dokončení likvidace ještě nenastalo, je plánováno na rok 2029. Odhady hovoří o nákladech celkově okolo 1 mld. EUR, náklady na výstavbu dosahovaly přibližně 3,5 mld. EUR. Můžeme tedy říci, že na likvidaci 1 bloku o výkonu 1000 MWe potřebujeme při hodně konzervativním odhadu zhruba 1 mld. EUR. Na tyto náklady bychom měli myslet i při plánech na výstavbu dalších jaderných zdrojů, i když pravda je, že jaderné elektrárny při svém provozu realizují povinné odvody do fondů pro sanaci elektrárny při jejím odstavení (pozor – sanaci a ne kompletní likvidaci). Více o technické náročnosti a nákladech spojených s likvidací vysloužilých elektráren najdete pod těmito odkazy (1. a 2. díl):
<https://oenergetice.cz/nazory/kolik-stoji-likvidace-vyslouzile-jaderne-elektrarny-1-cast>
<https://oenergetice.cz/nazory/kolik-stoji-likvidace-vyslouzile-jaderne-elektrarny-2-cast>

Stejná situace, tedy problém likvidace vysloužilých elektráren, bude ovšem zatěžovat i obnovitelné zdroje energie. Zde sice nebudou náklady ani technická náročnost dosahovat stejných hodnot, jako u jaderné elektrárny (odpadá zejména extrémně náročná likvidace radioaktivních částí), kompenzovat tuto výhodu ovšem bude kratší technická/reálná životnost. Např. u větrné elektrárny je reálná životnost maximálně 30 let. Větrné elektrárny jsou dobře recyklovatelné, výnosy z prodeje druhotných surovin významně snižují náklady na její likvidaci (např. ocelové stožáry tvoří až 88 % hmotnosti). I přes tuto skutečnost dosahují náklady provozovatele/majitele větrné elektrárny na její likvidaci cca 55 tis. EUR.

Jako nejproblematictější se ovšem jeví likvidace lopatek rotorů, které jsou vyrobeny ze sklolaminátu, který se žádnou současnou technologií nedá ekonomicky recyklovat. V současné době tedy likvidace lopatek vysloužilých větrných elektráren probíhá poměrně absurdním způsobem - vznikají tzv. „masové hroby lopatek“ (**obrázek 20**). Otázkou tedy zůstává, zda je to tím skutečně šetrným přístupem k ochraně životního prostředí? Více informací o likvidaci a případném využití listů rotorů vysloužilých větrných elektráren najdete pod níže uvedeným odkazem:

<https://oze.tzb-info.cz/vetrna-energie/21841-likvidace-a-recyklace-vetrnych-elektraren-na-konci-zivotnosti>



Obrázek 20: Likvidace listů rotorů vysloužilých větrných elektráren Zdroj: bloomberg.com



Shrnutí

Otázka užívání elektromobility je dnes velice aktuální. Plyne z toho řada otázek, zda v rámci dohody Green deal budeme mít na všechno dostatek energie. Jednou z možností je využívání vodíku, jako paliva do automobilů, kde místo spalovacího motoru budeme mít palivový článek. Ten na bázi chemické reakce mezi kyslíkem a vodíkem vyprodukuje elektrickou energii, která by dobíjela v autě akumulátor a odpadem by byl zbytkový vodík, ten by se zpětně spotřeboval. Odpadní by zůstala jen voda, která je pro životní prostředí důležitá. Problematika vodíkové technologie je důležitý směr, který by pro energetiku budoucnosti neměl zůstat opomenutý.



Pojmy k zapamatování

Listy rotorů, vodíková technologie, palivový článek, obnovitelný zdroj, jaderné palivo, akumulátor, elektromobilita.

3.7 Rozdělení společnosti – legitimní požadavek na ochranu ovzduší oproti ekonomickým následkům

Současnou společnost rozděluje řada problémů a témat, ať už se jedná o politickou nebo ekonomickou situaci, rozdílné názory na generační problémy, národnostní nebo historické reálie, na zahraniční politiku. V poslední době také na průběh, a hlavně řešení problémů souvisejících s pandemií COVID-19. Dá se říci, že společnost snad ještě nikdy nebyla tak polarizována, jako je tomu dnes. Společnost zejména ve vyspělých státech také rozděluje pohled na problematiku ochrany životního prostředí. Na jedné straně stojí ekologičtí aktivisté, kteří někdy až hystericky upozorňují na změnu klimatu, nejsou ochotní o této problematice diskutovat a požadují okamžité přijetí řady opatření, bohužel často bez hlubší znalosti problematiky a kontextu, a hlavně bez uvědomění si reálných dopadů v případě, že by jejich požadavky byly vyslyšeny. Na druhé straně stojí lidé, kteří si nechtějí připustit změnu klimatu, ochranu životního prostředí nepovažují za důležitou, a už vůbec ne za prioritní, svůj komfort života a ekonomickou prosperitu staví na první místo, dlouhodobá udržitelnost systému je nezajímá a nemají zodpovědný přístup ke svému chování s ohledem na budoucí generace.

Každý z těchto přístupů je na opačném konci názorové škály, a proto se mezi zástupci obou skupin hledá velice těžko názorová shoda, nebo alespoň kompromisní

řešení. Pokusíme-li se na tuto problematiku podívat nezaujatým pohledem, musíme každé názorové skupině přiznat alespoň trochu pravdy. Je zcela správné snažit se o maximální ochranu životního prostředí, přece jen se jedná o prostor, ve kterém žijeme, ve kterém vyrůstají a budou žít naše děti. Vliv lidské činnosti na zatěžování životního prostředí je nepopíratelný a minimalizace dopadů našich činností by měla být prioritou. Problematické ovšem je, že tzv. čisté technologie, ať už se bavíme o průmyslových technologiích, energetice nebo dopravě, jsou oproti těm tzv. „špinavým“ mnohem dražší. V budoucnu se situace, zejména v souvislosti s rozšiřováním těchto technologií určitě změní a tyto technologie se stanou ekonomicky konkurenceschopnými. Zatím tomu tak ale bohužel není a v některých případech už začíná být jasné, že se tak nestane.

A to ani přes masivní dotace a z nich plynoucí očekávání, že se díky těmto dotacím rozšíří a stanou se tak ekonomicky dostupnými. Nic není zadarmo a někdo musí v energetice přechod k nízkoemisním zdrojům zaplatit, přičemž tento přechod může způsobit značené ekonomické/sociální problémy. Bohaté státy, jako např. Německo, mohou dovolit tento přechod ufinancovat, méně bohaté státy, jako např. Česko, budou mít i s dotacemi velké problémy, státy východní Evropy na tento přechod prostředky mít nebudou.

Stále se zvyšující tlak na snižování emisí (což je z ekologického hlediska správné) se projevuje negativním dopadem – zvyšováním cen elektřiny a tepla. Logicky se zvyšování cen elektřiny projevuje reálným chudnutím domácností a zvyšováním nákladů na vstupy v průmyslu. Díky tomu se produkty vyrobené v Evropě stávají méně konkurenceschopnými, hlavně oproti těm vyrobeným v Číně. Myšlenka, že evropský průmysl se bude transformovat do průmyslu s vysokou přidanou hodnotou a že výzkum a vývoj nových špičkových technologií a jejich produkce se stanou dominantními z pohledu zaměstnanosti na evropském kontinentu, je sice pěkná, bohužel se ukazuje jako nereálná.

Řada průmyslových odvětví se v Evropě zejména díky přísným ekologickým regulacím dostala do úpadku, ze kterého se téměř s jistotou už nedostane. Příkladem může být ocelářský průmysl, který sice vzhledem k ekologickým dopadům nejvíce zatěžuje životní prostředí, přesto jsou jeho produkty naprosto nezbytné pro drtivou většinu průmyslu. A tak se centrem světového ocelářství pomalu stává Čína, která, pokud se nic zásadního nezmění, bude jednou dominantním producentem, pomalu se vytratí konkurenční prvek a Čína tak bude mít možnost ovlivňovat ceny těchto produktů se všemi negativními dopady na ekonomiky jiných zemí.

Dalším příkladem průmyslu, který je velmi omezován ekologickými restrikcemi, je automobilový. Stejně jako např. u ocelářského průmyslu, tak i u automobilismu jako celku je znatelný zásadní dopad na životní prostředí. Tady nemyslíme pouze emise produkované při provozu aut, ale také obrovské množství emisí produkovaných při jejich výrobě, při těžbě a zpracování surovin potřebných na jejich výrobu a při pokrývání energetické náročnosti výroby elektrické energie. Přechod na případnou elektromobilitu by mohl emise z provozu automobilů snížit, ovšem jen za předpokladu, že budeme schopni elektrickou energii pro nabíjení produkovat z čistých zdrojů. Elektromobilita by ale také mohla udělat vlastnictví vozidla pro některé lidi nedostupným, jiným by mohla přístup k vlastní mobilitě ztížit a tím vším by mohl být snížen objem prodávaných vozidel. Počet vozidel ve vyspělých státech je obrovský, jen v ČR je aktuálně 6,13 mil. aut, celkem tak připadá na 1000

obyvatel naší země 473 aut. Produkce vozidel, jejich provoz, příjmy z daní z pohonných hmot, to vše přináší do státního rozpočtu obrovské sumy peněz. Pro národní i světovou ekonomiku je automobilový průmysl důležitý, zaměstnává obrovské množství lidí a vytváří nemalou část HDP.

Opět se zde dostáváme do rozpolcení, neboť ochrana životního prostředí je rozhodně důležitá, ale stejně tak je důležité mít silnou a prosperující ekonomiku, vysokou zaměstnanost a s těmito faktory související příjmy do státního rozpočtu, odkud je možné pak financovat veřejný sektor a také případně dotace a ekonomickou podporu čistých zdrojů elektřiny, tepla a dopravy.

Požadavky zejména mladé generace na ochranu životního prostředí jsou určitě legitimní a je na místě ocenit jejich snahu o změnu v této oblasti. Jejich obavy, že drancování přírodních zdrojů, znečišťování životního prostředí a neudržitelný model konzumní ekonomiky přivede Svět za jejich života ke kolapsu společnosti, jsou oprávněné. Je potřeba uvažovat komplexně a uvědomit si, že různé drastické možnosti snižování emisí a zavádění regulací můžou společnost přivést ke zmiňovanému kolapsu už nyní.



Najděte na webových stránkách:

- informace o zvyšujícím se tlaku na snižování emisí (z ekologického hlediska správné) a negativním dopadem na zvyšování cen elektřiny a tepla,
- postoje k přechodu na případnou elektromobilitu a její vazbu na emise, plynoucí z provozu automobilů,
- lidské činnosti, které mají vliv na zatěžování životního prostředí a jak můžeme minimalizovat dopady na ekologii.

3.8 Prohlubující se rozdíl mezi vyspělými a rozvojovými státy

Problémy národní energetiky a výzvy, se kterými se bude muset v budoucnu vypořádat, jsme již probrali. Zmínit bychom ovšem měli i problémy globální, které nás také můžou, byť nepřímo, ovlivňovat. Zde je z pohledu energetické dostupnosti zásadní zejména obrovský rozdíl ve spotřebách energetických zdrojů v závislosti na technologické a ekonomické vyspělosti dané země. Na jedné straně stojí vyspělé státy s obrovskou spotřebou, na druhé straně jsou ty nejchudší státy Světa, které ve spotřebě nedosahují ani zlomku hodnot oproti státům vyspělým. Příkladem srovnání může být Bahrajn a Somálsko, dva státy, které od sebe neleží příliš daleko. V Bahrajnu spotřebuje jeden obyvatel denně průměrně bezmála 46 kWh elektrické energie, v Somálsku je tato hodnota přibližně 57 Wh (!), tedy zhruba 800x méně. Můžeme také srovnat například Švédsko a Pákistán (za chvíli si vysvětlíme proč). Ve Švédsku je tato hodnota téměř 36 kWh, v Afghánistánu asi jen 1,5 kWh. Spotřeba elektřiny je pevně spjata s životní úrovní, státy s vysokou mírou životní úrovně dosahují velké měrné spotřeby elektřiny na jednoho obyvatele, u států s nízkou mírou životní úrovně je to logicky naopak. Vynecháme-li otázku bezpečnosti, tedy že migrace obyvatel ze států ohrožených různými nepokoji, lokálními konflikty nebo dokonce občanskými válkami do států vyspělých, tedy bezpečných, je motivována obavou o vlastní život a budoucnost dětí, pak jednou z hlavních motivací k migraci je právě snaha zajistit si život v prosperující zemi s lepšími životními vyhlídkami

do budoucna. Zde se vrátíme ke srovnání spotřeby energie na hlavu a den v případě Švédska a Pákistánu, protože právě Švédsko je jednou z cílových destinací migrantů z Pákistánu.

Pákistán je ovšem bezpečnou zemí, v tomto případě se tedy jedná o migraci ekonomickou. Nebudeme zde polemizovat nad legitimitou migrace z obav o bezpečí svého života, ekonomická migrace ale nemůže být akceptována, neboť kapacity jednotlivých států, které jsou cílem migrace, nejsou neomezené. Řešením problémů s ekonomickou migrací by měla být snaha pomoci těmto rozvojovým státům dosáhnout, nebo se alespoň co možná nejvíce přiblížit tzv. energetickému blahobytu. S nárůstem životní úrovně by klesla motivace obyvatel těchto zemí k ekonomické migraci. Problematická je ovšem ekonomická náročnost takové pomoci, tedy kdo a v jaké míře ji zaplatí. A hlavně, jakou formu by tato pomoc měla mít. Protože určitě není správnou cestou, byť i v případě, že by na to byly prostředky, v těchto zemích kompletně vystavět energetické zdroje a přenosové soustavy.

O vlastní rozvoj se tyto státy musejí postarat sami, na nás, státech vyspělých, by spíše bylo poskytnutí technologického know-how a investice maximálně do pilotních projektů. V případě, že by byla takováto pomoc úspěšná a těmto státům by se podařilo zvýšit životní úroveň svých obyvatel, přínos pro nás by byl jak v bezpečnostním ohledu (snížení ekonomické migrace), tak v ohledu ekonomickém (možnost zvýšení exportu do dosud neaktivních ekonomik). Bohužel musíme konstatovat, že v současné době zde není ani nastartovaný trend snižování rozdílů mezi chudými a vyspělými státy, právě naopak. V posledních letech se vlivem koncentrace bohatství na velmi malý okruh super bohatých lidí a států, ve kterých tito lidé žijí (resp. daní/nedaní své příjmy), tento rozdíl propastně zvyšuje.

Se zvyšováním životní úrovně obyvatel rozvojových států ovšem souvisí také zvýšená produkce emisí, neboť tzv. uhlíková stopa jednoho obyvatele (množství vypuštěných emisí CO₂ související se životem jednoho člověka za rok) je ve vyspělých státech mnohonásobně vyšší než ve státech rozvojových. Zde narážíme na problém, že bychom chtěli, aby rozvojové ekonomiky fungovaly lépe, k čemuž potřebují dostatek levné energie, ovšem tento nárůst spotřeby energií by měli nejlépe pokrývat z nízko nebo bezemisních zdrojů. S přechodem na nízkoemisní zdroje se v současné době potýká Evropa (viz. kapitoly výše), jedná se ale o velmi nákladný proces, který zřejmě nebudou moci zaplatit ani některé státy EU. Zajímavým může být odkaz na webové stránky, kde si můžeme spočítat svou vlastní uhlíkovou stopu, resp. zjistit, jak případně svou uhlíkovou stopu snížit a přiblížit se tak uhlíkové neutralitě.

Odkaz zde: <https://www.uhlikovastopa.cz/cs/osobni-uhlikova-stopa>



Kontrolní otázky

1. Jaké jsou možnosti likvidace lopatek rotorů u větrných elektráren?
2. Co přináší vodíkové technologie u elektromobility?
3. Vysvětlete, co znamená uhlíková stopa na jednoho obyvatele?
4. Vysvětlete, jaké jsou možnosti snižování emisí?
5. Zkuste vysvětlit, v čem spočívá u automobilu funkce palivového článku a v čem u spalovacího motoru?

4 Jak z toho ven – aneb „tady je každá rada drahá“



Cíl kapitoly

Po nastudování této kapitoly byste měli být schopni:

- vysvětlit, čeho se týká „Zelená dohoda“ (Green deal),
- objasnit pojem uhlíkové neutrality a co se tím myslí,
- vysvětlit závazky, které plynou z Green dealu,
- popsat, jaká je historie Green dealu a kde vznikla první myšlenka,
- popsat tzv. 3E, to znamená technicko-ekonomicko-sociální řešení v kontextu energetiky budoucnosti,
- popsat a definovat, jaký by měl být ideální zdroj budoucnosti.



Klíčová slova

Green deal (Zelená dohoda), energetika budoucnosti, emisní povolenky, bezemisní energetický zdroj, uhlíková neutralita.



Doporučená hodinová dotace:

2 krát 45 min/téma

Doporučené vyučovací metody a formy:

Vyučovací metody:

- slovní (vyprávění, vysvětlování, přednáška, práce s textem, rozhovor),
- metody názorně demonstrační (předvádění a pozorování, práce s obrazem, instruktáž),
- aktivizující výukové metody (diskuze, heuristická metoda, metoda řešení problému).

Vyučovací formy:

- frontální výuka,
- skupinová a kooperativní výuka,
- samostatná práce žáků,
- projektové vyučování.

Rozvíjené klíčové kompetence a očekávané výstupy:

Vzdělávací oblast RVP ZV:

Matematika a její aplikace

Tematický okruh:

Číslo a proměnná

Cíle (očekávané výstupy podle RVP):

M-9-1-01 provádí početní operace v oboru celých a racionálních čísel; užívá ve výpočtech druhou mocninu a odmocninu,

M-9-1-02 zaokrouhluje a provádí odhady s danou přesností, účelně využívá kalkulátor,

- M-9-1-04** užívá různé způsoby kvantitativního vyjádření vztahu celek–část (přirozeným číslem, poměrem, zlomkem, desetinným číslem, procentem),
- M-9-1-05** řeší modelováním a výpočtem situace vyjádřené poměrem, pracuje s měřítky map a plánů,
- M-9-1-06** řeší aplikační úlohy na procenta (i pro případ, že procentová část je větší než celek),
- M-9-1-07** matematizuje jednoduché reálné situace s využitím proměnných, určí hodnotu výrazu, sčítá a násobí mnohočleny, provádí rozklad mnohočlenu na součin pomocí vzorců a vytýkáním.

Aktivity - žák

- využívá matematických poznatků a dovedností v praktických činnostech – odhady, měření a porovnávání velikostí a vzdáleností, orientace,
- rozvíjí abstraktní a exaktní myšlení osvojováním si a využíváním základních matematických pojmů a vztahů. Poznává jejich charakteristické vlastnosti a na základě těchto vlastností k určuje a zařazuje pojmy,
- rozvíjí spolupráce při řešení problémových a aplikovaných úloh vyjadřujících situace z běžného života a následně je využívá k získání řešení v praxi. Poznává možnosti matematiky a skutečnosti, že k výsledku lze dospět různými způsoby.

Vzdělávací oblast RVP ZV:

Člověk a svět práce

Tematický okruh:

Práce s laboratorní technikou

Cíle (očekávané výstupy podle RVP):

ČSP-9-6-03 vyhledá v dostupných informačních zdrojích všechny podklady, jež mu co nejlépe pomohou provést danou experimentální práci

Tematický okruh:

Využití digitálních technologií

Cíle (očekávané výstupy podle RVP):

ČSP-9-7-03 Pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi (cestování, obchod, vzdělávání, zábava).

Průřezové téma RVP ZV:

Environmentální výchova

Přínos průřezového tématu k rozvoji osobnosti žáka

V oblasti vědomostí, dovedností a schopností průřezové téma:

- rozvíjí porozumění souvislostem v biosféře, vztahům člověka a prostředí a důsledkům lidských činností na prostředí,
- vede k uvědomování si podmínek života a možností jejich ohrožování,
- přispívá k poznávání a chápání souvislostí mezi vývojem lidské populace a vztahy k prostředí v různých oblastech světa,

- umožňuje pochopení souvislostí mezi lokálními a globálními problémy a vlastní odpovědností ve vztazích k prostředí,
- poskytuje znalosti, dovednosti a pěstuje návyky nezbytné pro každodenní žádoucí jednání občana vůči prostředí,
- ukazuje modelové příklady žádoucího i nežádoucího jednání z hledisek životního prostředí a udržitelného rozvoje,
- napomáhá rozvíjení spolupráce v péči o životní prostředí na místní, regionální, evropské i mezinárodní úrovni,
- seznamuje s principy udržitelnosti rozvoje společnosti,
- učí hodnotit objektivnost a závažnost informací týkajících se ekologických problémů,
- učí komunikovat o problémech životního prostředí, vyjadřovat, racionálně obhajovat a zdůvodňovat své názory a stanoviska.

V oblasti postojů a hodnot průřezové téma:

- přispívá k vnímání života jako nejvyšší hodnoty,
- vede k odpovědnosti ve vztahu k biosféře, k ochraně přírody a přírodních zdrojů
- vede k pochopení významu a nezbytnosti udržitelného rozvoje jako pozitivní perspektivy dalšího vývoje lidské společnosti,
- podněcuje aktivitu, tvořivost, toleranci, vstřícnost a ohleduplnost ve vztahu k prostředí,
- přispívá k utváření zdravého životního stylu a k vnímání estetických hodnot prostředí,
- vede k angažovanosti v řešení problémů spojených s ochranou životního prostředí,
- vede k vnímavému a citlivému přístupu k přírodě a přírodnímu a kulturnímu dědictví.

4.1 Green deal - příležitost nebo sebevražda

Green deal (do češtiny také překládaný jako „Zelená dohoda“) je plán EU na postupnou transformaci nejen ekonomiky a průmyslu, ale také odpadového hospodářství, dopravy, zemědělství a legislativy, směrem k čistějším technologiím a tedy menšímu dopadu lidské činnosti na životní prostředí.

Tento plán vychází z jistě správného předpokladu, že současný stav (ať už myšleno v souvislosti s ekonomikou, spotřebou, produkcí) není dlouhodobě udržitelný. Potřeba změnit do budoucna náš přístup blíže k ekologicky odpovědnému chování a hospodaření je na místě. Otázkou zůstává, jak to provést, aby byly výsledky změny hmatatelné, a přitom dopad na každého zapojeného jedince minimální. Zde nastává asi zásadní problém, protože splnit současně obě tyto podmínky nepůjde příliš dobře. Buď se nám podaří dosáhnout stanovené cíle bezezbytku, a to za cenu obrovských dopadů na ekonomiku, sociální oblast, na omezení komfortu a práv jedince, nebo reálné dopady téměř nepocítíme, ale v tomto případě žádná zásadní změna s ohledem na ochranu klimatu a životního prostředí nenastane.

Závazků vedoucích ke splnění stanovených cílů je celá řada, tím asi nejzásadnějším je, že kompletně celá EU se stane do roku 2050 uhlíkově neutrální. Vynecháme-li úvahu, zda jsme vůbec schopni toho dosáhnout, musíme se zamyslet nad tímto cílem z globálního hlediska. V roce 2019 se členské země EU podílely na globálních emisích CO₂ pouze ze 7 %. Jedná se ale o 7 % z celkově produkováných emisí tohoto skleníkového plynu lidskou činností – tedy antropogenní produkce CO₂.

Statistiky hovoří o tom, že antropogenní produkce CO₂ dosahuje ročně hodnoty přibližně 36,3 mld. tun. Drtivá většina ovšem pochází z přírodních zdrojů – ročně asi 550 mld. tun. Je tedy otázka, jakou měrou se na globálním oteplování podílí člověk a také obyvatelé EU, když více než 90 % produkce antropogenního CO₂ pochází z jiných států než států EU. Největší globální producenti CO₂ Čína (podílí se z 28 % na antropogenní produkci) a USA (podílí se z 16 %) sice také deklarovaly své cíle snižovat emise tohoto plynu, reálné kroky však podniká pouze USA.

Řešení globálního oteplování cestou snižování CO₂ může být úspěšné jen v tom případě, že se do tohoto snižování zapojí všechny státy světa (nebo alespoň ti největší znečišťovatelé) současně. Pokud se toto nepodaří, a zde si musíme zcela upřímně přiznat, že šance je velice malá, tak jediným odpovědným přístupem směrem ke globálnímu oteplování je **dobře se se na něj připravit**.

Více o producentech CO₂ podle států najdete pod tímto odkazem:

<https://oenergetice.cz/zahranicni/nejvetsi-producenti-co2-na-svete>

Jiné závazky stanovené v rámci Green dealu dávají větší smysl. Jedná se například o zajištění dodávek čisté, dostupné (myšleno technicky i ekonomicky) a bezpečné (myšleno stálostí dodávek a minimalizací rizika blackoutu) energie. Zde je ovšem nutno zmínit jeden zarážející fakt, že při projednávání Green dealu v Evropském parlamentu nebylo do tohoto plánu zahrnuto, že jaderné zdroje energie budou brány jako čisté a bezpečné. Pro řadu států a jejich národních energetik (ČR nevyjímaje) je ale právě možnost budovat jaderné elektrárny jedinou reálnou možností, jak realizovat přechod k nízkoemisním a bezemisním zdrojům. Dalšími smysluplnými opatřeními můžeme označit např. realizaci cirkulární ekonomiky, transformaci zemědělství směrem k myšlence lokální produkce i spotřeby, a dále pak cesty vedoucí k ochraně ekosystémů a biodiverzity.

Cestou vedoucí k „zelené Evropě“ by mimo realizaci řady konkrétních plánů měly být uhlíkové dovozní cla na zboží dovážené ze zemí, kde dochází ve velké míře ke znečišťování klimatu. Stále více rostoucí ceny emisních povolenek pro energetické zdroje, rozšíření emisních povolenek na leteckou a námořní dopravu nebo nový klimatický zákon. Zde existuje reálné riziko, které hraničí téměř až s jistotou, že díky těmto zásahům v kombinaci s realizací stanovených cílů dojde k rychlému růstu cen elektřiny, tepla, služeb a zboží. Emisní povolenky a přechod na nízkoemisní zdroje způsobí nárůst ceny elektřiny a tepla, emisní povolenky pro leteckou dopravu zdraží cestování, emisní povolenky pro námořní dopravu zase cenu importovaného zboží, a takto bychom mohli pokračovat dále a dále. Realizace Green dealu možná sníží produkci CO₂ a dalších znečišťujících látek v Evropě.

Ale ve státech, které se ke snižování emisí nepřipojí, bude produkce dále pokračovat, navíc lze předpokládat, že bude ještě více stoupat v souvislosti s rostoucí životní úrovní obyvatel těchto států. Evropská produkce zboží zdraží díky vysoké ceně elektřiny, producenti se budou potýkat s problémy konkurenceschopnosti oproti zbytku Světa.

O Green dealu se také často mluví jako příležitosti transformovat národní ekonomiky a energetiky, která přinese obrovské množství pracovních míst a nebývale velký ekonomický růst. Zde nezbývá než doufat, že to snad tak opravdu bude, protože Green deal může být pro evropskou, potažmo, českou ekonomiku příležitostí, ale i obrovským rizikem, které poškodí její konkurenceschopnost vůči zbytku světa. Určitě bychom ale neměli ideu ochrany životního prostředí, a tím vlastně i ideu samotného Green dealu, zavrhnout. Bezsporu má smysl uvažovat nad udržitelností našeho způsobu života a snažit se v budoucnu žít v souladu s přírodou. Je ovšem potřeba promyšlet a plánovat kroky s ohledem na sociální a ekonomické dopady.



Shrnutí

V kapitole jsou nastíněny cesty, které vedou k „zelené Evropě“. Realizaci řady konkrétních plánů měly být uhlíkové dovozní cla (na zboží dovážené ze zemí, kde dochází ve velké míře ke znečišťování klimatu). To je ovlivněno rostoucími cenami emisních povolenek pro energetické zdroje. Jedná se o emisní povolenky v letecké a námořní dopravě nebo nový klimatický zákon. Reálný pohled na tyto zásahy v kombinaci s realizacemi stanovených cílů dojde k rychlému růstu cen elektřiny, tepla, služeb a zboží. Emisní povolenky a přechod na nízkoemisním zdrojům způsobí nárůst ceny elektřiny a tepla. Emisní povolenky pro leteckou dopravu zdraží cestování. Pro námořní dopravu zase cenu importovaného zboží. To jsou všechno obavy, které mohou ovlivnit život nás všech.

4.2 Historie vzniku Green dealu

Jako počátek vzniku Green dealu můžeme označit rok 2007, kdy novinář Thomas Friedman publikoval v New York Times článek o Green New Deal. O rok později přidal Barack Obama Green New Deal do svého politického programu. V Evropě se o tomto konceptu začalo zmiňovat ekologické hnutí GND Group, které jej představilo jako řešení v boji proti změně klimatu a finanční krizi. Nicméně celosvětová finanční krize označovaná také jako „Velká recese“ mezi lety 2007 a 2015 odsunula toto téma do pozadí a znovu se o něm začíná mluvit až v roce 2018, kdy debatu otevírají ekologičtí aktivisté sdružující se pod názvem Sunrise Movement.

Stěžejním datem je 11. prosinec 2019, kdy předsedkyně Evropské komise Ursula Von Der Leyen představuje novou evropskou strategii růstu „Evropský zelený úděl“. Tento plán „*má za cíl přeměnit EU ve spravedlivou a prosperující společnost s moderní, na zdroje efektivní a konkurenceschopnou ekonomikou*“. Podporuje přechod, který je „*spravedlivý a inkluzivní*“. Aby bylo možné tento plán uskutečnit, zdůrazňuje potřebu „*přehodnotit politiky pro dodávky čisté energie v rámci hospodářství, průmyslu, výroby a spotřeby, rozsáhlé infrastruktury, dopravy, potravinářství a zemědělství, stavebnictví, zdanění a sociálních výhod*“. Tyto cíle jsou jistě ušlechtilé a určitě je snaha o jejich dosažení na místě. Je ovšem potřeba klást si

otázky, jak financovat tento masivní plán, jehož náklady jsou odhadovány přibližně na 100 miliard eur ročně.

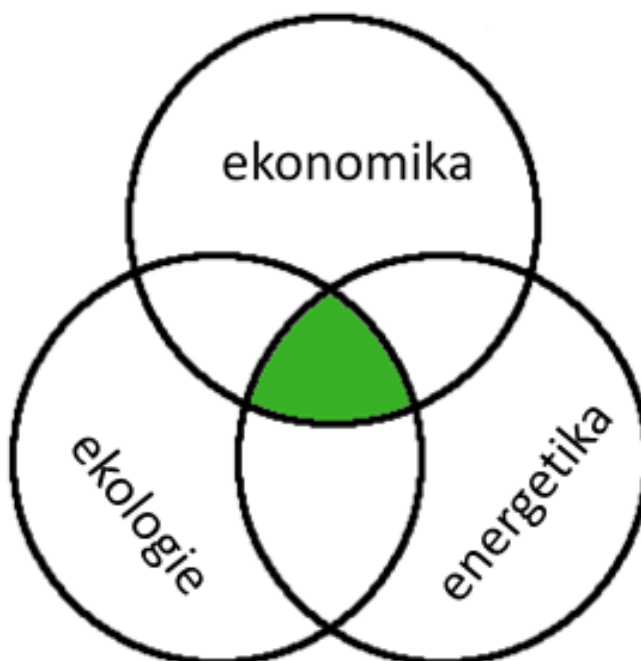
4.3 Technicko-ekonomicko-sociální řešení

Řešení problémů souvisejících s výzvami energetiky budoucnosti není vůbec jednoduché. Jak jsme si již nastínili, jedná se o komplexní problémy, které zasahují do řady oblastí a dopady některých rozhodnutí mohou být fatální pro celá průmyslová odvětví. Vždy je třeba na tuto problematiku nahlížet ze všech stran a snažit se o obecnou shodu zástupců odborné, ale i laické veřejnosti.

Zde ale narážíme často i na neochotu komunikovat s protistranou, na častou zaslepenost propagátorů jednotlivých názorových proudů a neochotu přijmout kompromisní řešení.

Proto je velice těžké říci, jakou cestou bychom se měli vydat, který zdroj je ideální a jakým způsobem bychom měli transformovat naši energetiku. Pokud bychom se měli bavit o budoucnosti, tak zcela jasně můžeme říci, že budoucnost bude patřit technologiím, které dokáží zajistit technicky proveditelné řešení za současně rozumných ekonomických nákladů, a tyto technologie budou současně brát ohled na sociální aspekty (zaměstnanost, dostupnost). Už jen z řady těchto stanovených požadavků, často až protikladných, je nám jasné, že najít/vymyslet/přivést k životu takovéto technologie nebude vůbec lehké.

Jaký by měl být ideální zdroj budoucnosti? Měl by být schopný ideálně bez dotací ekonomicky konkurovat současným zdrojům. Měl by být šetrný k životnímu prostředí, a to jak při výrobě, provozu i při likvidaci vysloužilého zdroje, a v neposlední řadě by měl být vhodný pro provoz v energetické soustavě a měl by být efektivní – dosahovat vysoké účinnosti. Pro ideální energetický zdroj platí tzv. 3E – ekologie-ekonomika-energetika. Ideální zdroj by tedy měl naplňovat všechna tato kritéria, nacházel by se v zelené oblasti na **obrázku 21**. Musíme si ovšem říci, že takovýto ideální zdroj neexistuje a můžeme jen doufat, že v budoucnosti přivedeme k životu nějaký energetický zdroj, který se tomuto ideálu bude alespoň trochu přibližovat.



Obrázek 21: Ideální zdroj Zdroj: autor



Pojmy k zapamatování

Ekonomika, ekologie, energetika, technologie, náklady, zaměstnanost, dostupnost.



Shrnutí

Green deal (Zelená dohoda) si klade velký důraz na ohleduplnost vůči životnímu prostředí a udržitelný rozvoj. Jedná se hlavně vyrobenou elektrickou energii, která má nízkou energetickou náročnost a přináší úspory s velkým ohledem k ekologii a životnímu prostředí. Spotřebu energie by v ní z velké části měly pokrývat obnovitelné zdroje energie (OZE) s co nejnižší uhlíkovou stopou v našem ovzduší.



Pojmy k zapamatování

Green deal, emisní povolenky, nízkoemisní zdroje, uhlíková stopa, klimatická informovanost, čistá energie, migrace, ekologická krize.

Cvičení



V rámci kapitoly jste narazili na řadu zajímavých otázek, nad kterými bychom se měli více zamyslet. Zkuste definovat i za pomoci internetu, jak si představujete ideální zdroj budoucnosti. Dále promyslete v dnešní době zásadní otázku, zda Green deal je nezbytný nebo je to velký hazard.



Kontrolní otázky

1. Kdy byla poprvé vyslovena myšlenka Green dealu a jaké byly počáteční vize?
2. Jaká byla hlavní myšlenka Evropského zeleného údělu/zelené dohody (EGD) v rámci Evropské unie?
3. Co jsou emisní povolenky a k čemu slouží?



Seznam použitých zdrojů

- (1) [1] MACHÁLEK, P., MACHART, J.: Emisní bilance vytápění bytů malými zdroji od roku 2001.; ČHMÚ 2003; [cit. 2011-04-26] Dostupné na [www: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/meto_dika_rezzo3.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/meto_dika_rezzo3.pdf)
- (2) [2] HORÁK, J., HOPAN, F., KRPEC, K., DEJ, M., PEKÁREK, V., ŠYC, M., OCELKA, T., TOMŠEJ, T.: Návrh emisních faktorů znečišťujících látek pro spalování tuhých paliv v lokálních topeništích. *Ochrana ovzduší*, 2011, roč. 2011, č. 3, s. 7–11. ISSN 1211-0337.
- (3) [3] MODLÍK, M., HOPAN, F., HORÁK, J.: Problematika inventarizace emisí z malých spalovacích zdrojů v domácnostech. *Ochrana ovzduší*, 2011, roč. 2011, č. 3, s. 3–6. ISSN 1211-0337.
- (4) [4] HORÁK J., KUBESA P.: Co nejvíce ovlivní to, co vychází z našeho komínu?. Článek v „*Ochrana ovzduší*“, 2012, ročník: 24, číslo: 1/2012, str. 39. ISSN 1211-0337.
- (5) [5] HORÁK J., KUBESA P.: O spalování tuhých paliv v lokálních topeništích
- (6) (2) aneb palivo, tvorba znečišťujících látek a spalování jako vztah muže a ženy. Článek v „*TZB-info*“, 2012, číslo: Květen, str. 1–21. ISSN 1801- 4399. Dostupné na [www: http://energetika.tzb-info.cz/8644-ospalovani-tuhych-paliv-v-lokalnich-topenistich-2](http://energetika.tzb-info.cz/8644-ospalovani-tuhych-paliv-v-lokalnich-topenistich-2)



Internetové zdroje

<https://www.eru.cz/zpravy-o-provozu-elektrizacni-soustavy> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/12610-bridlicovy-plyn-tezba> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/male-modularni-reaktory-u-nas-ve-svete> [online]. [cit. 2022-01-28].

Malé modulární reaktory u nás a ve světě (oenergetice.cz) [online]. [cit. 2022-01-28].

https://www.mzp.cz/cz/lokalni_topeniste [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://vec.vsb.cz/cs/smokeman-zasahuje/smokeman-vyucuje/> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oenergetice.cz/elektrina/mozne-cesty-k-nizkoemisni-energetice-dil-1> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oenergetice.cz/elektrina/mozne-cesty-k-nizkoemisni-energetice-dil-1> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oenergetice.cz/nazory/treba-vedet-pred-uzaviranim-uhelnych-elektraren> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oenergetice.cz/nazory/treba-vedet-pred-uzaviranim-uhelnych-elektraren> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/5470-historie-a-perspektivy-oze-fotovoltaika-technologie-krystalickeho-kremiku> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oenergetice.cz/cista-mobilita/kompletni-prechod-cr-elektromobilitu-by-si-vyzadal> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oenergetice.cz/akumulace-energie/velky-prehled-vyuzivane-i-perspektivni-technologie-akumulace-energie> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://www.krizport.cz/rady/rady-pro-obcany-blackout> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://elektro.tzb-info.cz/12544-co-je-smart-grid> [online]. [cit. 2022-01-28].

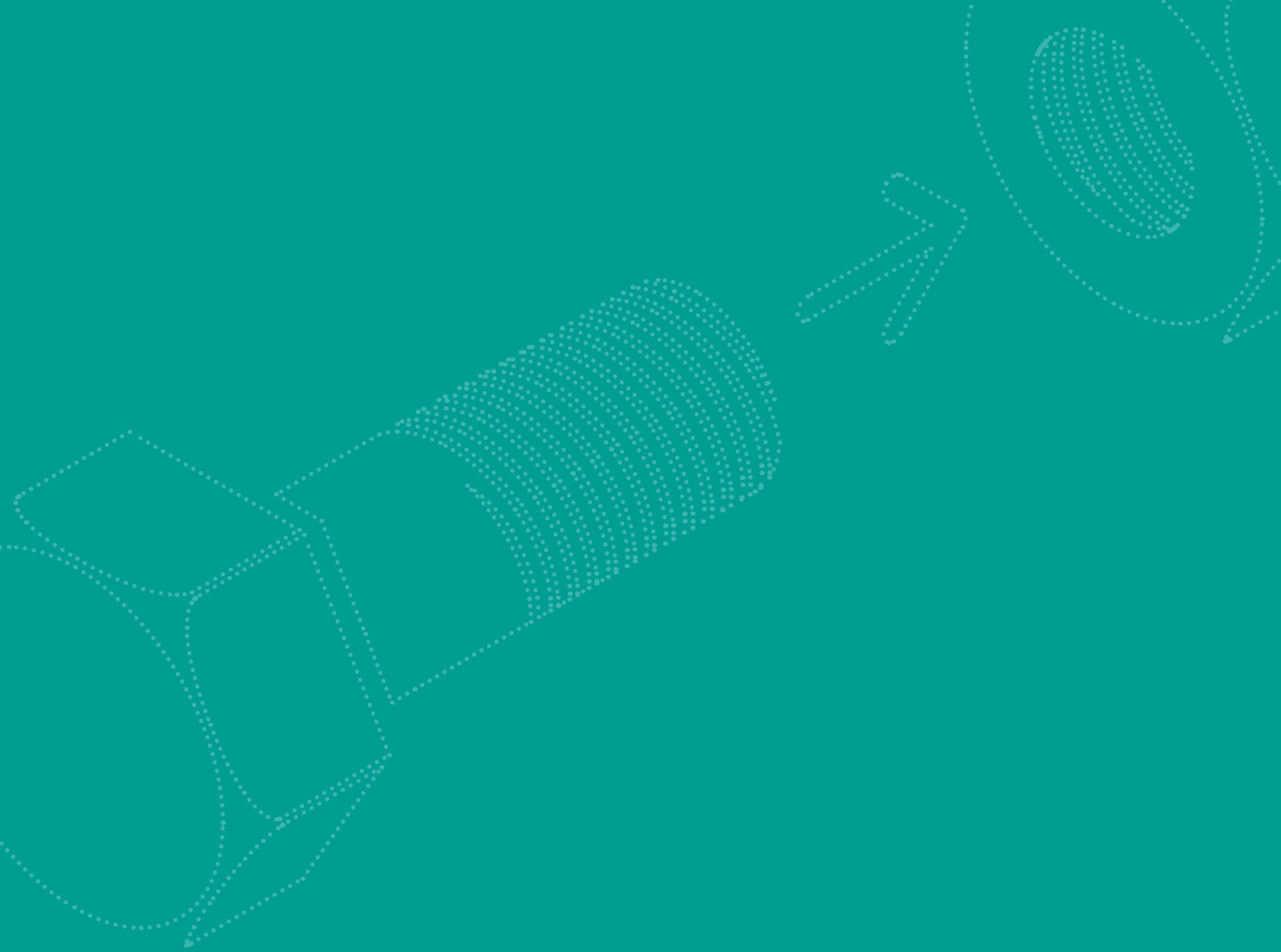
<https://oenergetice.cz/nazory/kolik-stoji-likvidace-vyslouzile-jaderne-elektrarny-1-cast> <https://oenergetice.cz/nazory/kolik-stoji-likvidace-vyslouzile-jaderne-elektrarny-2-cast> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oenergetice.cz/nazory/kolik-stoji-likvidace-vyslouzile-jaderne-elektrarny-1-cast> <https://oenergetice.cz/nazory/kolik-stoji-likvidace-vyslouzile-jaderne-elektrarny-2-cast> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oze.tzb-info.cz/vetrna-energie/21841-likvidace-a-recyklace-vetrnych-elektraren-na-konci-zivotnosti> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://oenergetice.cz/zahranicni/nejvetsi-producenti-co2-na-svete> [online]. [cit. 2022-01-28].

<https://foemalta.org/blog/european-green-deal-save-europe-planet/> [online]. [cit. 2022-01-28].



**ZLEPŠI SI
TECHNIKU**

www.zlepsisitechniku.cz

**VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA**

OSTRAVA!!!