

# **VIDA! školám - propojení formálního a neformálního vzdělávání**

**CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_032/0008290**

## **Program: Dva dny s energií**

Podkladový materiál – informační karty pro hru v ekocentru Alternátor ve variantě pro střední školy. Cílové informace jsou stejné jako pro žáky ZŠ, ale je potřeba se zorientovat ve větším množství textu a dokázat jej kriticky zhodnotit, tedy získat potřebné informace.

Karty je vhodné zalaminovat do fólie.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS  
MT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

## Mohlo by se hodit ...

peta	P	1 000 000 000 000 000	$10^{15}$	biliarda
tera	T	1 000 000 000 000	$10^{12}$	bilion
giga	G	1 000 000 000	$10^9$	miliarda
mega	M	1 000 000	$10^6$	milion
kilo	k	1 000	$10^3$	tisíc

spálením 1 kg biomasy	vznikne 4,07 kWh energie
spálením 1 t uhlíku	vznikne 3,67 t emisí $CO_2$
1 barel ropy	hmotnost 97 - 160 kg
1 t zemního plynu	objem 1380 m <sup>3</sup>
1000 m <sup>3</sup> zemního plynu	hmotnost 0,9 t
1 kg zemního plynu (1,3 m <sup>3</sup> )	odpovídá 12,2 kWh energie

1 barel = 159 litrů	Práce $W = F \cdot s$ (joule)
1 galon = 3,8 litru	Výkon $P = W/t$ (watt)
1 ppm = 0,0001 %	$W$ (watt) = $J \cdot s^{-1}$
1 kWh = 3,6 MJ	1 km <sup>2</sup> = 100 hektarů (ha)



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MŠMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

## Víte, že ...(o oxidu uhličitém)

---

- ✓ Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) je skleníkový plyn, který výrazně přispívá k zadržování energie Slunce na planetě a tím k oteplování celkového klimatu.
- ✓ Množství  $\text{CO}_2$  v atmosféře stoupl za posledních 200 let z 280 ppm na současných 400 ppm a trend je neustále rostoucí.
- ✓ Největším producentem  $\text{CO}_2$  je v celosvětovém měřítku výroba elektřiny.
- ✓ Spálením jedné tuny čistého uhlíku (asi 1,3 tuny černého uhlí a 1,5 tuny hnědého uhlí) vznikne 3,67 tuny  $\text{CO}_2$ .
- ✓ Oxid uhličitý se do atmosféry dostává zejména vulkanickou činností, spalováním dřeva a fosilních paliv, zemědělskou činností člověka, dýcháním organismů nebo uvolňováním z mořské vody.
- ✓ Snížit obsah  $\text{CO}_2$  v atmosféře pomáhají zejména procesy rozpouštění tohoto plynu v mořské vodě, vazba uhlíku do hornin (vápenců) a ukládání do rostlinné hmoty pomocí fotosyntézy.
- ✓  $\text{CO}_2$  lze ze zplodin odstranit s asi 80 % účinností a tento plyn lze převést do pevného stavu a uložit pod zem, takže nepřispívá v atmosféře ke zvyšování teplot.
- ✓ Náklady na uložení 1 tuny zachyceného uhlíku pod zem jsou 4 500 Kč.



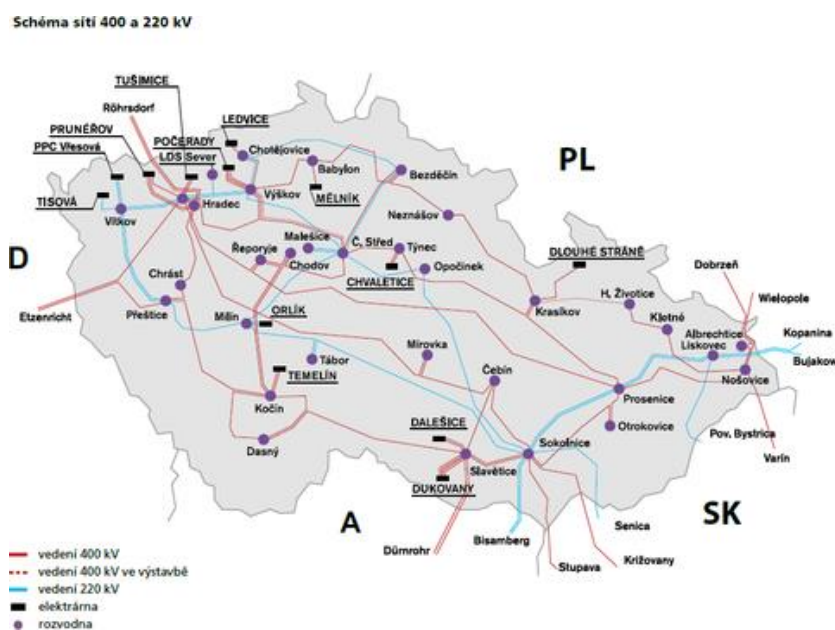
EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

## Víte, že ...(přenosová soustava)

Elektrická **přenosová soustava** je systém zařízení, která zajišťují přenos elektrické energie od velkých zdrojů (elektráren) k velkým rozvodnám. Vedení od rozveden k jednotlivým odběratelům (podniky, domácnosti) zajišťuje **distribuční soustava**. Přenosová soustava je vlastně taková páteřní dálniční síť a distribuční soustava pak menší silnice do jednotlivých měst a obcí.

Elektrický proud vyráběný v elektrárně je potřeba pro účely přenosové soustavy upravit pro přenos na velké vzdálenosti. Je výhodnější použít vyšší napětí, kdy pro přenesení stejného výkonu postačí úměrně menší proud. Omezí se tak ztráty a realizace dálkových vedení je



nesrovnatelně jednodušší i levnější.

Napětí elektrického proudu se zvyšuje na vyšší přenosové napětí pomocí transformátorů, umístěných zpravidla přímo v areálu elektrárny. Za přenosová napětí se obvykle považují hodnoty nad 110 kV. Na výstupu z přenosové soustavy jsou zařazeny snižující transformátory, dodávající elektřinu do distribuční soustavy o napětí např. 22 kV.

Elektrická energie je výjimečná tím, že je v celé síti nutné zajistit rovnováhu mezi její okamžitou výrobou a spotřebou. Elektrická energie je totiž obtížně skladovatelná. Takovou dočasnou zásobárnou může být voda v horní nádrži přečerpávací vodní elektrárny. Jinými slovy: poklesne-li odběr elektrické energie v distribuční soustavě, musí se úměrně snížit její výroba nebo musí být přebytek někam uložen (odběr obrovských turbín při čerpání vody do horních nádrží PVE).



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MŠMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

V rámci Evropy je přenosová soustava každého státu propojena se státy okolními a tvoří přenosovou soustavu kontinentální Evropy. Přenosovou soustavu České republiky propojuje se zahraničím celkem 17 hraničních vedení – 5 se Slovenskem a po čtyřech vedeních s každým dalším okolním státem.

## Víte, že ...(biomasa)

---

Spalování biomasy je považováno za „čistý“ zdroj elektrické energie a tepla. Svým způsobem to tak je, protože vzniklý oxid uhličitý vracíme do atmosféry z rostlin, které ho odtud před několika málo měsíci nebo lety odebraly pro svůj růst. Nic ale není tak jednoduché, jak se někdy zdá.

Biomasu musíme většinou cíleně pěstovat. Mohou to být různé zbytky po zemědělských plodinách (sláma, stonky kukuřice), může to být dřevo vytěžené v lese nebo lze pěstovat rychle rostoucí dřeviny (topol, vrba, jilm). K pěstování potřebujeme vhodnou půdu a samozřejmě to vyžaduje finanční náklady. Získané množství biomasy je různé:

- 2 TWh elektrické energie může být získána z 1 mil. m<sup>3</sup> dřeva, které lze vypěstovat na ploše 41 km<sup>2</sup>
- při pěstování obilovin získáme z každého hektaru 3,5 t slámy, 1 tuna slámy má výhřevnost 15 GJ.

Kotel na spalování biomasy o výkonu 30 MW spálí denně 1 200 tun biomasy a je schopen ročně vyrobit až 215 GWh elektrické energie. To je roční spotřeba asi 50 000 domácností. Výhodou biomasy je možnost nahrazovat jí část paliva v uhelných elektrárnách.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Ceny za spalitelnou biomasu jsou různé. Jedna tuna slámy představuje náklady asi 1000 Kč, za tunu štěpky zaplatíme 1 400 Kč a v domácnostech používané pelety stojí kolem 5 500 Kč za tunu. Palivové dříví vyjde na cenu 2 100 Kč za jednu tunu.

## Víte, že ...(emisní povolenky)

---

Od roku 2005, kdy vstoupil v platnost Kjótský protokol, používá Evropská unie systém tzv. **emisních povolenek**. Jde o nástroje určené pro splnění závazku ke snížení emisí skleníkových plynů v rámci EU. Emisní povolenky stanovují celkový objem skleníkových plynů, který mohou vyprodukovat jednotlivé členské státy EU. Jednotlivé státy je pak dělí mezi jednotlivé producenty skleníkových plynů (průmysl, zemědělství, energetika, doprava). S povolenkami lze obchodovat na evropských energetických burzách.

EU se v loňském roce dohodla na reformě systému, která má vyřešit problémy s nadbytkem povolenek na trhu. Ten v minulosti vedl k poklesu cen povolenek na zhruba 60 Kč za tunu, což zmírňovalo tlak na omezování emisí. Během dalšího obchodování se cena emisních povolenek dostala až na současných 470 Kč za tunu vypuštěného CO<sub>2</sub>.

Analytici z investiční banky Berenberg předpovídají, že cena povolenek vystoupí v roce 2020 na 780 Kč za tunu.

V praxi to znamená, že pokud má uhelná elektrárna o výkonu 980 MW povoleno ročně vypustit do atmosféry 2 miliony tun CO<sub>2</sub> a



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



vyprodukuje celkem 2,5 milionu tun oxidu uhličitého, musí si na přebytečných 0,5 milionů tun zakoupit emisní povolenky v hodnotě 235 milionů Kč.

## Víte, že ...(ukládání elektrické energie)

---

Kdybychom uměli efektivně ukládat jakékoliv množství elektrické energie k jejímu pozdějšímu využití, byla by výroba „zelené“ energie mnohem snazší a dokázali bychom velmi účinně snížit produkci skleníkových plynů do atmosféry.

Bohužel to zatím dokážeme jen v malém měřítku a se značnými ztrátami. Technologií je několik, většina je ve fázi vývoje a testování:

- ✓ Systém „Power-to-Gas“ spojuje rozvodnou elektrickou síť s plynovodní sítí tak, že přeměňuje nadbytečnou elektrickou energii na chemickou pomocí produkce vodíku z elektrolýzy vody a ve druhé fázi dochází k přeměně vodíku jeho reakcí s oxidem uhličitým na metan.
- ✓ Akumulace energie do stlačeného vzduchu, kdy je vzduch vtlačěn kompresorem do zásobníku. Zpět je elektrická energie získávána expanzí vzduchu na turbíně. Zásobníkem zde mohou být přírodní jeskyně, nebo uměle vytvořené kaverny. Princip může být použit pro akumulaci velkého množství elektrické energie a jeho účinnost se pohybuje v rozmezí 27 – 70 %. Výhodou tohoto systému akumulace je dlouhá doba skladování.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MŠMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

- ✓ Elektrochemické články představují chemický princip akumulace energie, kdy je energie uchovávána v chemických vazbách elektrodového materiálu. Řadíme sem všechny typy akumulátorů a superkondenzátorů. Účinnost elektrochemických článků se pohybuje v rozmezí 75 – 95 %.
- ✓ Přečerpávací vodní elektrárny ukládají přebytečnou elektrickou energii do energie vody. Ta je Francisovou turbínou čerpána do výše položené zásobní nádrže a v případě potřeby využita k výrobě.

## Víte, že ...(dopady těžby surovin)

---

- Každá těžba nerostných surovin má negativní dopad na životní prostředí, ať je to znečištění ovzduší, zničení orné půdy, poškození rázu krajiny nebo znečištění povrchových a podzemních vod.
- Při těžbě uhlí je potřeba počítat s náklady na odstranění následků těžby a rekultivaci krajiny v hodnotě 250 Kč za každou vytěženou tunu.
- Podobně je to i u těžby uranu, kde náklady spojené s odstraněním následků dosahují 6 000 Kč za vytěženou tunu suroviny.
- Při těžbě ropy a plynu se platí do fondu životního prostředí 50 Kč za každou vytěženou tunu.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MŠMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



- Při budování vodních nádrží je potřeba platit jednorázové náhrady za majetek v zatopených území. Za každý m<sup>3</sup> vody ve vodní nádrži to je částka 2 Kč.
- Elektrárny platí obcím v jejich okolí každoroční odškodné za znečištění okolního prostředí a možné riziko. Částka je 30 000 Kč ročně za každý MW instalovaného výkonu.
- Orná půda je jedna z nejcennějších surovin, které máme. Ročně se ve světě zničí desítky tisíc hektarů orné půdy, které již nelze nahradit. Z velké části se na tom podílí člověk těžbou nerostných surovin a průmyslovou nebo obchodní zástavbou.



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MSMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY