



NÁMĚTY PRO II. STUPEŇ ZŠ A SŠ

Chytrá energetika a kufříková elektrárna

Chytrá energetika se jmenuje jedna z částí vzdělávacího projektu „Adaptace sídel na změnu klimatu“, který připravilo Ekocentrum Koniklec pro 8. a 9. třídy základních škol a 1. a 2. stupeň středních škol v rámci komplexního projektu „Adaptace sídel na změnu klimatu – praktická řešení a sdílení zkušeností“. Nabízíme vám ukázkou z metodiky k Chytré energetice.

Během aktivity Kufříková elektrárna si žáci prakticky vyzkoušejí, jak fungují hlavní obnovitelné zdroje energie jako fotovoltaické panely, větrná a vodní elektrárna. Na zmenšených modelech elektrárny žáci změří výkon (napětí a proud) a seznámí se s referenčním zdrojem z reálného světa. V druhé půli se podívají na svoji osobní spotřebu a zkusí spočítat, kolik kterých zdrojů by potřebovali ke své energetické soběstačnosti. V průběhu aktivity budou žáci pracovat se základními fyzikálními jednotkami.

Klíčové pojmy: obnovitelné zdroje elektřiny, principy fungování obnovitelných zdrojů elektřiny, spotřeba elektřiny, uchovávání elektřiny, výhody a nevýhody obnovitelných zdrojů

Cílová skupina: 8.–9. ročník ZŠ, SŠ

RVP: Průřezová témata (PT), vzdělávací oblasti (VO):

RVP ZV: VO: MJA, IKT, ČP (Fy); PT: EV

RVP G: VO: MJA, IKT, ČP (Fy); PT: EV

RVP SOV: VO: MV, VIKT, OV; PT: ČŽP, IKT

Vzdělávací cíle:

- Žáci si udělají představu o potenciálu obnovitelných zdrojů energie.
- Žáci vyzkoušejí tři hlavní zdroje obnovitelné energie a srovnají principy jejich fungování mezi sebou.
- Žáci se naučí z odebraného napětí a proudu vypočítat příkon.
- Žáci získají základní povědomí o možnostech skladovat elektřinu.
- Žáci si uvědomí význam elektřiny a zranitelnost el. sítě klimatickými hrozbami.

Výstupy: Žáci navrhnu, jaké OZE, případně skladovací zařízení, by šly využít v rámci jejich města a okolí.

Použité metody a formy: experiment, montáž a pokusné měření jednotlivých zdrojů, průzkum spotřeby domácnosti a spotřebičů, počítání množství potřebných zdrojů

Co předchází?

- Učitel rozdá žákům pracovní listy a zadá jim domácí úkol:
*Příklad: Rychlovarná konvice má příkon 2 200 W za hodinu a 1 l vody uvaří za pět minut. Pokud stojí jedna kWh 5 Kč, kolik bude stát uvaření jednoho litru vody? Podívejte se doma na štítky alespoň tří spotřebičů a poznačte si jejich příkon a přibližně, jak dlouho denně běží. Zkus- te např. varnou konvici, pračku, mobil, počítač.
(Podrobný metodický návod je součástí materiálů k projektu.)*
- Těsně před hodinou učitel rozdá žákům noviny Energy Today. (Jsou součástí me- todických materiálů k projektu.)
- Může předcházet hodina vysvětlující nebo opakující fyzikální veličiny elek- trické energie.

POSTUP

Čas: 2×45 min.

1. hodina

I Kontrola domácího úkolu, výpočet spotřeby (45 minut)

K rozpróudění diskuse může učitel využít otázky jako:

- Pamatujete si nějaký výpadek proudu, a čím byl způsobený?
- Vybavujete si obdobnou situaci z filmu nebo světových zpráv a jak probíhala?
- Odhadněte, jak dlouho by město, po- tažmo civilizace bez proudu vydržela? (Pro zajímavost: civilizace, jak ji zná- me, by se začala rozpadat po pouhých 5 dnech bez elektrického proudu: netek- la by voda, nefungovala doprava atd.)

Podle zapálenosti žáků by brainstorming měl trvat cca 10 min.

Poté si žáci vezmou domácí úkol a při jeho kontrole se zkapitulují použité jednot- ky a vztah mezi nimi. Učitel se žáky roze- bere na tabuli příklad z pracovního listu s rychlovarnou konvicí, přičemž vysvětlí použité jednotky. Po kontrole domácí- ho úkolu učitel může klást žákům otázky spojené s jejich tabulkou.

- Kdo si poznačil nejsilnější spotřebič?
- Kdo si poznačil spotřebu stejného spo- třebiče (např. PC)? Srovnejte.
- Kdo si poznačil spotřebu celé domá- cnosti? Srovnejte.
- Učitel uvede, že průměrná roční spo- třeba domácnosti v ČR činí 1,4 MW,

PRACOVNÍ LIST – CHYTRÁ ENERGETIKA

1. Napište, co víte o obnovitelných zdrojích energie.

Nejedná se o test!

a. Víte, co je to blackout a napadají vás důvody jeho vzniku?

(Rozsáhlý výpadek elektřiny. Způsobený například přetížením sítě, vichřicí, mra- zem atd.)

b. Napište krátce hlavní klady a zápory obnovitelných zdrojů energie.

(Nízká regulovatelnost, nestálost výroby (vyjma třeba vodní elektrárny). Nevy- čerpateľný zdroj. Ekonomická dostupnost oproti konvenčním tepelným elektrár- nám.)

c. Jaké znáte obnovitelné zdroje energie? Znáte nějaké ve svém okolí?

(Sluneční, větrné, vodní, příbojové, geotermální atd.)

d. Tipnete si, jaký je podíl obnovitelných zdrojů na spotřebě ČR? Myslíte si, že je zanedbatelný?

(14,5 %)

e. Myslíte si, že by obnovitelné zdroje energie mohly mít význam pro vaše město nebo domácnost?

(Závisí na druhu zdroje a místních podmínkách.)

2. Projděte a připomeňte si jednotky, se kterými budete pracovat

Jednotka	Popis	Příklad
Příkon – Wh	Je množství energie spotřebované za jednotku času, udává se často jako Wh nebo kWh.	Rychlovarná konvice má příkon 2 200 Wh, což znamená, že za hodinu vaření vody spotřebuje 2,2 kW.
Výkon – W	Je jednotka vykonaného množství práce za jednotku času, můžete se také setkat s aktuálním výkonem, který je vztažen k momentálnímu okamžiku.	Například stará wolframová žárovka má výkon 40–200 W.
Elektrický náboj – Ah	Jedná se o jednotku značící kapacitu akumulátorů. Udává, jak dlouho akumulátor dokáže dodávat do oběhu náboj při konstantním proudu 1A. U malých akumulátorů se používá jednotka mAh, tedy v tisícinách.	Průměrná autobaterie má kapacitu okolo 60 Ah při napětí 12 V, baterie ve smartphonu 3 000 mAh při napětí.
Napětí – volt – V	Napětí 1 V je takové napětí, které je mezi konci vodiče, do kterého konstantní proud 1 A dodává výkon 1 W.	Tužková baterie 1,5 V, zásuvka 230 V.
Proud – ampér – A	Elektrický proud je roven celkovému množství elektrického náboje, který projde průřezem vodiče za jednotku času.	V běžné zásuvce bývá 16 A.
Watt-peak – Wp	Je jednotka maximálního výkonu solárních panelů, je odvozená od letního dne ve střední Evropě, takže v jiných dnech a jinde může být i vyšší, než se na panelu udává.	Panel o rozměrech 100×50 cm může mít Watt-peak např. 95 Wp. Jeho cena se pohybuje okolo 6 000 Kč.

tedy 1 400 kW. Musí však zdůraznit, že záleží na mnoha faktorech, jako bojler, topení atd.

- Kterého jednoho elektrického spotře- biče v domácnosti by byli žáci ochotni se vzdát? (20 min.)

Učitel žákům frontálně představí způso- by ukládání energie, jako je přečerpáva- cí elektrárna, lokální ohřev vody a nové baterie. Také je seznámí s principy smart grid a principem chytré aktuální spotře- by ve chvíli, kdy je energie mnoho. (Více: články přiložené k metodice.) (10 min.)

2. hodina

II Představení kufříkové elektrárny (5 min)

Učitel představí žákům kufříkovou elektrárnu a řekne jim, že nyní se pokusí v laboratorních podmínkách vyrábět elektřinu na zmenšených modelech. Upozorní, že laboratorní podmínky nemusí odpovídat úměrně zvětšeným zdrojům energie. Za tímto účelem učitel představí po každém experimentu pro lepší představu jeden existující zdroj.

Učitel představí žákům jednotlivé součásti elektrárny. Kufřík by měl obsahovat ruční kličku, solární panel, větrnou turbínu a vodní turbínu, dále voltmetr a kontrolní lampičku. Učitel nechá žáky hádat, která pomůcka reprezentuje který zdroj. Ukáže žákům, jak se pomocí USB konektorů zapojí voltmetr a kontrolní lampička do různých zdrojů.

Na tabuli učitel nakreslí čtyři sloupce, do prvního vepíše názvy zdrojů, zbylé tři napíše v pořadí: odhad, naměřeno, reálný výkon (viz tabulka na této stránce).

Na sérii experimentů může učitel vyzvat žáky změnit uspořádání třídy, například se mohou přesunout, aby lépe viděli. Během experimentu vyzývá učitel dobrovolníky, aby realizovali jednotlivé části. Ostatní žáci se na experiment dívají, mohou si ho natáčet, značí si poznámky do pracovních listů.

III Pokusná výroba elektrického proudu (20 min.)

Učitel vyzve dva dobrovolníky. Ti spojí kličku s voltmetrem a kontrolní lampičkou. Žáci odhadnou její „laboratorní“ výkon, každý sám si údaj poznačí do pracovního listu, pak se nahlas zkusí shodnout na průměru. Poté jeden z dobrovolníků točí kličkou, co nejrychleji dokáže, a druhý sleduje nejvyšší naměřené napětí a proud. To by nemělo trvat déle než několik desítek sekund. Naměřená nejvyšší hodnota je zanesena na tabuli do sloupce Změřený výkon. Násobením obou hodnot získáme hodnotu výkonu (Př.: volty × ampéry = watt). Reálný výkon zdroje je proškrtnut, protože žádná ruční elektrárna neexistuje (5 min.). Učitel vyzve další tři dobrovolníky, kteří budou pohánět větrnou elektrárnu. Žáci znovu odhadnou „laboratorní“ výkon a údaj zanesou do listů. Dobrovolníci na malý motorek nasadí vrtuli. Dva z nich se snaží ve všech sil střídavě foukat do vrtule a třetí znovu odečítá hodnoty. Je možné zkusit roztočit vrtuli i během po třídě, fénem, větrákem nebo reálným větrem. Referenční větrná elektrárna: Větrný park v obci Drahaný u Prostějova má celkem 19 větrných turbín, z nichž každá má výkon 2,75 MW. Jedna turbína tak vyrobí okolo 7 GWh ročně, a tím pokryje spotřebu zhruba 5 000 průměrných domácností (5 min.).

Zdroj	Odhad výkonu	Změřený výkon	Reálný příklad
Ruční klička			
Solární panel			
Vodní elektrárna			
Větrná elektrárna			

Další dva dobrovolníci budou mít za úkol zajistit co nejvyšší výkon solárního panelu. Žáci znovu provedou odhad. Dobrovolníci připojí voltmetr k solárnímu panelu a poté nahlas hlásí aktuální hodnoty při hledání co nejlepšího místa. Nejvyšší výkon samozřejmě naleznou na slunci, nejlépe okolo poledne. Pokud do učebny nesvítí slunce, je dobré provést měření na jiném místě. V případě nepřízně počasí se vykazují jisté změny výkonu i při rozsvícení a zhasnutí zářivek. Referenční fotovoltaická elektrárna: Fotovoltaická elektrárna ve Smiřicích o rozloze 8 ha (80 000 m²) má instalovaný výkon 6 MWp a ročně vyrobí zhruba 7 GWh. Tím pokryje spotřebu zhruba 5 000 průměrných domácností (5 min.).

Poslední tři dobrovolníci připojí motor na vodní turbínu. Spodní konec dají do připraveného kbelíku, na vrchní konec vloží trychtýř. Vrchní hadice má délku 1 m, čímž simuluje jez s přepadem 1 m. Žáci znovu odhadnou výkon. Poté dobrovolníci nalévají do trychtýře vodu, dokud se nepodaří odečíst maximální hodnoty na voltmetru. Referenční vodní elektrárna: Malá vodní elektrárna Hučák v Hradci Králové má přepad 3,5 m a s průtokem 3×10 m³/s, ve svých 3 turbínách má výkon 3×270 kW. Ročně vyrobí zhruba 3,5 GWh (3 500 000 kWh), což odpovídá spotřebě zhruba 2 500 domácností (5 min.).

Poznámka: V České republice v roce 2011 bylo 4 375 000 domácností s průměrným osazením 2,3 člověka na domácnost.

IV Vyhodnocení experimentu (5 min.)

Učitel s žáky probere výhody a nevýhody jednotlivých zdrojů. U každého žáci říkají, jaké vidí plusy a mínusy. Případně rovnou řeší, zda by takový zdroj mohl být využit v jejich městě. Při zhodnocení zdrojů lze jako vodítko použít tyto parametry:

- závislost na počasí (v noci slunce nesvítí, vítr fouká/nefouká)
- náročnost na rozlohu a vhodné místo (větrné elektrárny v údolích nefungují, vodní nemají na kopci dostatek vody)

- vliv na estetiku krajiny a životní prostředí
- pořizovací cena, návratnost a odbouratelnost následků

V Diskuse a návrh opatření (15 min.)

Na závěr hodiny žáci společně s učitelem vedou volnou diskusi nad mapou města. Učitel se ptá žáků:

„Co je v našem městě dobře a co špatně z hlediska alespoň částečné energetické nezávislosti?“, „Jak můžeme hodnotit využití energetického potenciálu v našem městě?“, „Co můžeme zlepšit a jak?“

Následuje samostatná práce ve skupinách, tj. vypracování návrhu adaptačních opatření. Učitel rozdává do každé skupiny pomocné informace ve formě reálné zprávy na téma obnovitelných zdrojů energie a navádějící otázky. Ty žákům pomohou v jejich rozhodování. Žáci sdělují svůj osobní názor jako názor občana, až sekundárně přihlížejí k odborné roli, kterou zastávají v rámci projektu. Učitel ponechá žákům v diskusi dostatek volného prostoru.

Žáci se ve skupinkách zamyslí, co by chtěli ve městě změnit (časový limit max. 5 min.). Každá skupina vybere jen 1 opatření a sdělí ho ostatním skupinám. Vysvětlí jim, proč je pro město důležité. Každá skupina zanesie navržené opatření do velké mapy města a zároveň zapíše do seznamu adaptačních opatření.

Prostor: běžná třída, nejlépe s okny na jih, možno realizovat i venku

Pomůcky: záznamový list pro DÚ, kufříková elektrárna, 2× kbelík, trychtýř, stopky, metr, pracovní list, obálka Informace a otázky dle rolí, evaluační dotazník pro učitele, velká mapa města, tabulka Seznam adaptačních opatření. (Pomůcky jsou součástí projektu).

Čas na přípravu učitele: 30 min. + individuálně na studium metodiky

Doporučení a rizika: Doporučujeme aktivitu vykonávat za slunného dne ve třídě s okny na jih. V případě špatného počasí doporučujeme přinést solární panel na některou z dalších hodin, kdy se počasí vylepší.

ZPRÁVY A OTÁZKY

Role	Reálná zpráva	Otázka
Urbanista	Protože urbanista dbá o estetiku města a kvalitní život jeho obyvatel, je proti stavbám, které by hyzdily horizont, zabíraly místo využitelné pro potřeby obyvatel a celkově měnily ráz města. Naopak, nebrání se chytrým a estetickým využitím jako fotovoltaické fasády nebo střechy budov, které se v létě přehřívají, a zdrojům v oblastech, kde neruší lidskou činnost.	Jaké zdroje energie by mohly být pro město vyložene nevhodné? Kde by se daly využít zdroje tak, aby z nich plynulo více užítku?
Energetik	Dostatečné množství energetických zdrojů a energetická nezávislost je jeho sen. Ať to stojí, co to stojí, rád by viděl na každé střeše solární panely a na každém kopci větrné elektrárny.	Jakými způsoby by šlo skladovat vyrobenou energii?
Podnikatel	Pro podnikatele mohou být malé zdroje energie zajímavým přivýdělkem. Střecha výrobní haly nebo nepoužívaná skladovací plocha poslouží pro stavbu solární elektrárny, jejíž valnou část výkonu mohou užítkovat ve výrobě.	Jaké provozovny a podniky mohou využít solární panely?
Vodohospodář	Především vodní elektrárna mu imponuje možností ovládat tok řeky. Vidí v ní konstantní regulovatelný zdroj, který je oproti fotovoltaickým elektrárnám malý, nenápadný, spolehlivý a osvědčený.	Jaké jsou nevýhody malé vodní elektrárny a kdy nemusí fungovat?
Přírodovědec	Z pohledu ekologie skýtají obnovitelné zdroje několik úskalí. Větrné elektrárny plaší zvěř a ptactvo, vodní často brání rybám v přirozené migraci na toku a solární často zabírají cennou půdu. Na druhou stranu jsou sympatičtější než tepelné elektrárny, které mají veliké dopady na ovzduší a krajinu.	Jaká jsou vhodná místa a podoby energetických zdrojů, aby měly co nejmenší vliv na životní prostředí? Jak řešit migraci ryb u malé vodní elektrárny?
Dopravní inženýr	Z dopravního hlediska jsou obnovitelné zdroje energie pro pohon dopravních prostředků veřejné dopravy téměř nepodstatné. Zajímavé mohou být jako zdroj napájení elektronického dopravního značení nebo osvětlení ulic.	Jaké suroviny a jak se musí přepravovat při výrobě energie konvenčními zdroji?

TEORIE

Právě díky klimatickým vlivům a extrémním projevům počasí může docházet k častějším rozsáhlým výpadkům elektřiny, tzv. blackoutům. Nemusí se ani jednat o katastrofické scénáře jako zemětřesení v japonské Fukušimě, často bohatě stačí dobře mířený blesk do rozvodny nebo větev padlá na elektrické vedení. V menším rozsahu to známe jistě všichni. První hodiny se smějeme a užíváme si „černou hodinku“. Trvá-li výpadek déle, začínají hospodně nervózně přemýšlet nad obsahem mrazáků, v zimních měsících se do domů začíná vkrádat chlad, protože i plynové

kotle potřebují dnes ke svému provozu alespoň trochu elektřiny. Málokdo v Čechách asi zažil opravdový blackout, který by trval několik dní, to ale neznamená, že k němu v budoucnosti nemůže dojít.

Proměna nakládání s elektřinou

Možná si vzpomenete na noční proud. Staré tepelné a jaderné elektrárny nedokázaly často rychle a efektivně přizpůsobovat svůj výkon aktuální spotřebě. Ta byla vždy nejvyšší během dne, kdy elektrinu potřebovaly velké provozovny jako továrny, průmysl atd. V noci, kdy byly tyto provozovny utlumeny či vypnuty, vznikal přebytek energie, který se musel spotře-

bovat. Díky jeho levné ceně se v této době spínaly všechny náročné domácí spotřebiče jako bojler, akumulární kamna atd. Teplá voda nebo šamotové cihly v nich pak vydržely většinou celý další den. Dnes však díky obnovitelným zdrojům, které jsou často závislé na podmínkách počasí a vyrábí především přes den, dochází k zajímavému paradoxu. Na burzách s elektřinou se v případě extrémního přebytku elektřiny dostává její cena do záporné hodnoty. Teoreticky, pro koncového uživatele bohužel nikoli prakticky, tak její odběratelé dostávají za spotřebu zapláceno. Výrobci elektřiny proto zavedli nízký tarif, který je levnější než běžný, ale již nepřichází pouze v noci, nýbrž několikrát denně v kratších intervalech. Pomocí speciálních spínačů či přímo spotřebičů si tak dnes mohou domácnosti naplánovat zapnutí některých spotřebičů právě v tomto intervalu nízkého tarifu. Například pračka, myčka, tepelné čerpadlo mohou běžet kdykoliv v průběhu dne a výsledek jejich práce na nás zkrátka počká. Zavádění obnovitelných zdrojů energie tak nespočívá pouze ve změně výroby, ale závisí i na proměně spotřeby.

K čemu tedy obnovitelné zdroje?

Asi nikdo se nedomnívá, že obnovitelné zdroje energie mohou v dohledné budoucnosti nahradit ty konvenční, především tepelné (tepelnou elektrárnou rozumíme i plynovou či jadernou). Jsou však zajímavým doplňkem a v roce 2013 pokryly 14,5 % celkové spotřeby, což není zanedbatelné číslo. Současně celkový instalovaný výkon všech solárních panelů v ČR začal převyšovat výkon obou bloků jaderné elektrárny Temelín. To sice neznamená, že by celkově vyrobil více elektřiny, ale ve chvílích, kdy svítí slunce, vyrábějí panely víc elektřiny. Velká poptávka po fotovoltice navíc způsobila výrazný pokles cen, a tak jsou dnes panely dostupné a často výhodnější i pro malé odběratele a rodinné domy. Nejen solární panely, ale i ostatní zdroje nezávislé na centrální síti, mohou v případě blackoutu znamenat významný zdroj, který dokáže udržet v chodu nejnужnější instituce a městskou infrastrukturu. Právě díky jejich relativně nízké ceně (oproti např. jaderné elektrárně) o nich mohou uvažovat i menší samosprávy i instituce a zahrnout je tak do své energetické koncepce. ■

Zdroj: Ekocentrum Koniklec,
projekt *Adaptace sídel na změnu klimatu*,
<http://www.ekocentrumkoniklec.cz/adaptace-sidel-na-zmenu-klimatu-do-skol>.
Vybráno a upraveno redakcí *Bedrníku*.
Autor aktivity Kufřířková elektrárna:
BcA. Jakub Rumler

Více o projektu *Adaptace sídel na změnu klimatu*: *Bedrník* 2015/3, str. 9, *Bedrník* 2015/4, str. 17–19