

RNDr. JAROSLAV KUSALA

# HRÁTKY S OBNOVITELNÝMI ZDROJI



SVĚT ENERGIE





RNDr. JAROSLAV KUSALA

HRÁTKY

S OBNOVITELNÝMI  
ZDROJI



**Materiál je součástí vzdělávacího programu ČEZ, a. s., Svět energie**  
Nabídku vzdělávacího programu naleznete na **[www.cez.cz/vzdelavaciprogram](http://www.cez.cz/vzdelavaciprogram)**  
© ČEZ, a. s., sekce komunikace  
Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4, tel.: 211 042 681

Úvod pro děti a studenty	4
Obnovitelné zdroje energie	5
Úspory energie v domácnosti	6
Několik praktických rad	8
<b>VODNÍ ENERGIE</b>	
<b>1. Dvě vodní kola</b>	<b>10</b>
a) Vodní kolo v kuchyni	10
b) Mlýnek nebo vodní hamr na potoce	11
<b>2. Elektrárna z dětské hračky</b>	<b>13</b>
Vodní kola a turbíny	15
Proč mají turbíny tak velkou účinnost?	15
Tragedie na přehradách	16
Největší vodní elektrárny světa (podle výkonu)	16
<b>ENERGIE VĚTRU</b>	
<b>1. Měříme rychlost větru</b>	<b>17</b>
a) Anemometr	17
b) Větrná tabule	18
<b>2. Větrná elektrárna – vrtulový vozík</b>	<b>20</b>
a) Větrná elektrárna	21
b) Vrtulový vozík	21
<b>3. Nejjednodušší větrník</b>	<b>22</b>
<b>4. Vítr plaší ptáky</b>	<b>24</b>
Vrtule	25
Větrná elektrárna na Hostýně	25
Navštivte větrný mlýn	26
Plachetnice – královny moří	26
<b>SLUNEČNÍ ENERGIE</b>	
<b>1. Elektřina ze sluníčka</b>	<b>27</b>
<b>2. Sluneční vaříče</b>	<b>29</b>
a) Vaříč z papírové krabice	29
b) Skládací vaříč	30
c) Parabolický vaříč z kbelíku	31
<b>3. Sluneční kolektor</b>	<b>32</b>
Slunce ohřívá vodu v koupališti	33
Pár slov o Slunci	33
Fotovoltaika	33
Koloběh vody v přírodě	34
Skleníkový jev	35
Palivový článek	36
Palivové články v raketoplánu	36
<b>TROCHA FYZIKY</b>	<b>37</b>

# ÚVOD PRO DĚTI A STUDENTY

Milí kamarádi,

ze školních hodin fyziky jistě víte, že „energie je schopnost konat práci“. Bez sluneční energie by nevznikl a nebyl možný život na Zemi, bez elektrické energie se neobejde průmysl ani domácnosti, doprava na celém světě je závislá na energii získané hořením motorových paliv. Je zřejmé, že bez dostatečného množství energie by se moderní civilizace nemohla dál rozvíjet. Připravili jsme pro vás brožurku **Obnovitelné zdroje energie**, ve které najdete informace trojího druhu. Velmi stručně připomínáme základní fyzikální poznatky o různých druzích energie a uvádíme několik technických a historických zajímavostí. Hlavním tématem knížky jsou však ověřené návody na vlastnoruční zhotovení různých přístrojů, které mají něco společného s obnovitelnými zdroji energie. V každém návodu najdete:

- jakého jevu se model nebo pomůcka týká
- jaké součástky a materiály ke stavbě potřebujete
- více či méně podrobný popis stavby s ilustracemi
- jak model nebo pomůcku používat, co pozorovat nebo měřit

Některé přístrojky jsou velmi jednoduché a do jejich stavby se může pustit i naprostý začátečník. Jiné jsou náročnější a méně zruční by měli při práci požádat o pomoc zkušenější kamarády, rodiče nebo třeba svého učitele fyziky. K úspěšnému zhotovení popsaných pomůcek, přístrojů a hraček totiž nestačí jen přečíst si návod.

Budete potřebovat mnohem víc: musíte si obstarat materiál, mít k dispozici vhodné nástroje a umět s těmito nástroji správně zacházet. Ani to však není všechno.

Návody jsou úmyslně zpracovány tak, aby nebyly podrobnou „kuchařkou“, ale aby jen naznačily možný způsob konstrukce. Chcete-li tedy dosáhnout úspěchu, musíte při práci hledat různé varianty řešení, zkoušet různé materiály a součástky, měnit navržené rozměry, přicházet s vlastními nápady a změnami. Pracovat můžete doma, v technickém kroužku nebo i přímo ve vyučovacích hodinách fyziky.

Detailně nejsou popsány ani pokusy, které lze s vyrobenými pomůckami provádět. Také při této „výzkumné“ práci byste měli zapojit především svou fantazii a zvědavost. Ptejte se „...co se stane, když...“ a odpovědi hledejte trpělivým a nápaditým experimentováním.

**Přejeme vám hodně zábavy a poučení!**

RNDr. Jaroslav Kusala

# OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

V domácnostech, v dopravě i v průmyslu potřebujeme hlavně energii elektrickou a tepelnou. V současné době jsou u nás nejrozšířenějšími zdroji uhlí, ropa, zemní plyn a jaderná energie. Uhlí, ropa a zemní plyn jsou tzv. **fosilní paliva**, která pod zemí vznikala miliony let ze zkamenělých zbytků rostlin a zvířat (fosilie = zkamenělina). Těchto paliv je jen omezené množství a dříve nebo později přijde doba, kdy budou jejich zdroje vyčerpány. Naproti tomu **obnovitelné zdroje energie** jsou prakticky nevyčerpatelné, protože se stále obnovují. Radíme mezi ně hlavně energii slunečního záření, vody, větru a biomasy.

**Sluneční** (solární) energie se využívá k přeměně:

- na teplo pomocí slunečních (solárních) kolektorů, ze kterých se obvykle získává teplá užitková voda,
- na elektřinu přímo pomocí fotovoltaických (slunečních, solárních) článků, spojených do rozměrných fotovoltaických panelů,
- na elektřinu nepřímo v slunečních elektrárnách, kde soustředěné paprsky nejprve vyrobí páru a ta pak pohání parní turbínu s generátorem.

**Vodní energie** se přeměňuje na elektrickou energii ve vodních elektrárnách. Proudící voda zadržaná přehradní hrází předává svou energii lopatkám turbíny, která roztáčí generátor elektrického proudu.

**Větrná energie** se využívá ve větrných elektrárnách. Vítr roztáčí lopatky větrné turbíny a ta pohání generátor elektrického proudu. Skupina větrných elektráren se označuje jako větrná farma nebo park.

**Energie biomasy** představuje chemickou energii, která se uvolňuje například spalováním nebo při výrobě bioplynu nebo bionafty. Z biomasy se získávají také plyny pro výrobu elektrické energie v palivových člancích. Biomasa je materiál rostlinného nebo živočišného původu, např. palivové dřevo, rašelina, sláma nebo různé organické odpady.

Podle návodů v naší brožurce si můžete zhotovit celou řadu modelů, které různým způsobem využívají obnovitelnou energii slunečního záření, vody nebo větru. I když jde jen o jednoduchá zařízení, můžete při experimentování s nimi lépe porozumět mnohým fyzikálním a technickým zákonitostem.

# ÚSPORY ENERGIE V DOMÁCNOSTI

Říká se, že nejlevnější energie je ta, kterou nespotřebujeme. Úspory energie v domácnosti mají kromě přínosu pro rodinné finance i důležitý význam ekologický. Většina energie, kterou využíváme, se totiž stále získává spalováním fosilních paliv v elektrárnách, v teplárnách nebo v dopravě. Zásoby těchto paliv se ztenčují a naše životní prostředí se stále víc znečišťuje. Čím méně energie spotřebujeme, tím méně jí bude třeba vyrobit.

Největší podíl na spotřebě energie v domácnosti má vytápění a příprava teplé vody. V těchto dvou oblastech můžeme dosáhnout největších úspor. Provoz ostatních spotřebičů v domácnosti už není tak energeticky náročný, ale správným používáním se dá dosáhnout úspor i při jejich provozu. Ve stručnosti si uvedeme alespoň hlavní zásady, které bychom měli dodržovat:

## VYTÁPĚNÍ BYTU

Větráme otevřenými okny krátce několikrát denně. Při delším větrání by se zbytečně prochladily stěny místnosti. Okna mají být opatřena dobrým těsněním. Na radiátorech ústředního topení mají být automatické regulátory, abychom nemuseli teplotu v místnosti regulovat nevhodným otevíráním a zavíráním oken. Radiátory nezakrýváme, aby od nich mohl teplý vzduch volně proudit do místnosti.

## PRANÍ

Využíváme vždy plnou kapacitu pračky, množství pracích prášků dávkujeme podle pokynů výrobce. Na běžně zašpiněné prádlo stačí i nižší teplota prací vody. Nastavením zbytečně vysoké teploty vody se účinnost moderních pracích prášků dokonce snižuje.

## VODA

Nejvíce vody se v domácnosti spotřebuje na koupání a splachování WC. Sprchováním místo koupání ve vaně ušetříme až 2/3 energie, vody a peněz. Během mytí zubů, mydlení a šamponování nenecháváme zbytečně téct teplou vodu. Včas vyměňujeme těsnění, necháme si nainstalovat moderní baterie, splachovače WC a spořiče vody.

## CHLADNIČKA

Neměla by stát v blízkosti zdrojů tepla (radiátory, sporák), kolem její zadní stěny musí volně proudit vzduch. Aby dovnitř nevnikal z místnosti teplý vlhký vzduch, nenecháváme její dveře zbytečně otevřené. Pravidelně odmrazujeme výparník.



## VAŘENÍ

Na elektrickém sporáku používáme nádoby správných rozměrů a regulátorem nastavíme vhodný příkon. Vařič vypínáme ještě před koncem vaření a k dokončení využíváme nashromážděné teplo zahřáté plotýnky. K vaření používáme tlakový hrnec, varnou konvici, mikrovlnnou troubu. V elektrické a plynové troubě pečeme jen větší množství potravin, dvířka otevíráme během pečení co nejméně.

## OSVĚTLENÍ

Místo jediného lustru uprostřed místnosti je vhodnější více svítidel v místech, kde světlo skutečně potřebujeme. Úsporné kompaktní zářivky s malou spotřebou jsou výhodnější v místech dlouhodobého svícení, normální žárovky použijeme spíše tam, kde svítíme jen krátkodobě.

### Několik čísel k zamyšlení

- Čtyřčlenná rodina spotřebuje ročně zhruba 15 000 kWh energie, to znamená kolem 40 kWh za den.
- Zvýšení teploty v místnosti o 1 °C představuje zvýšení spotřeby tepla a tedy i nákladů přibližně o 5 až 6 %.
- K uvaření 1 litru vody na čaj v rychlovarné konvici spotřebujeme kolem 0,1 kWh elektrické energie, při vaření vody v kastrůlku je spotřeba energie asi 2 × větší.
- Nastavením termostatu chladničky na teplotu o 2 °C nižší se zvýší spotřeba energie asi o 15 %.
- Necháme-li na výparníku chladničky 1 cm námrazy, zvýší se tím její spotřeba o 75 %.
- Průměrná denní spotřeba vody v domácnosti je 145 litrů na osobu, z toho však připadají jen 3 litry na pití a vaření.
- K zahřátí vody na teplotu 40 °C pro koupání ve vaně (160 litrů) se spotřebuje asi 5 kWh energie. Při pětiminutovém sprchování spotřebujeme jen asi 1/3 vody a snížíme na 1/3 i spotřebu energie.
- Jestliže z netěsnícího vodovodního kohoutku odkape 10 kapek za minutu, představuje to za měsíc kolem 200 litrů vyplývané vody.

## NEVĚŘÍTE? VYZKOUŠEJTE!

Značné množství energie se dá ušetřit i velmi jednoduchými „triky“. Nevěříte-li, udělejte si třeba následující řadu pokusů se zahříváním vody na elektrickém vařiči:

- Zapněte vařič na plný výkon a nechejte plotýnku řádně rozehřát.
- Postavte na plotýnku nádobu s půl litrem studené vody a ponořte do ní teploměr.
- Jakmile vzroste teplota na 30 °C, začněte měřit čas a po 5 minutách změřte výslednou teplotu vody.
- Toto měření zopakujte s nádobami o různém průměru dna (větší, stejný a menší než průměr plotýnky), s pokličkami a bez nich a porovnejte získané výsledky.

# NĚKOLIK PRAKTICKÝCH RAD

## KDE A JAK SI OBSTARÁME MATERIÁLY:

- Modelářská prodejna – překližka, balza, dřevěné lišty, elektromotorky, magnety, vrtulky, kolečka, lepidlo na polystyren a na dřevo.
- Železářství – plastový kbelík, svářecí drát (na osy), vruty, šroubky, hřebíky, skoby, úhelníčky.
- Papírnictví – lepenkové a hliníkové tácky, kladívkový papír, temperová barva, lepidlo na papír a dřevo, samolepicí páska jednostranná a oboustranná.
- Elektroprodejna – ohebné izolované vodiče, banánky, zdiřky, baterie, elektrikářské montážní lišty.
- Prkénka, překližka a odřezky dřevěných lišt jsou v podstatě odpadový materiál. Najdeme je přímo v naší domácnosti, u známých, v truhlářské dílně nebo u školníka.
- Polystyren různého tvaru a rozměrů zůstává v krabicích po vybalení nových elektrických spotřebičů (chladnička, počítač, monitor). Řezákem na papír se dá snadno upravit na požadovaný tvar.
- Vyřazené díly počítačů jsou zdrojem nejrůznějších cenných materiálů a součástek. Kromě šroubků, úhelníků, chladičů nebo plechových krytů můžeme získat stejnosměrné elektromotorky, silné magnety, smaltované i ohebné vodiče a další „poklady“. Postup demontáže těchto dílů a několik příkladů jejich využití uveřejnil v ročníku 2005/06 časopis Třetí pól ([www.tretipol.cz](http://www.tretipol.cz)).
- Smaltovaný drát pro vinutí cívek získáme z vyřazených elektromagnetických relé nebo transformátorů. Dostaneme je zdarma v elektroopravně.
- V prodejnách domácích potřeb jsou k dostání různé náhradní součástky k domácím spotřebičům. Některé z nich se po případných drobných úpravách dají využít v popsáných konstrukcích (ložiska, vrtulky, držáky, plastové destičky a trubičky).
- Sklo si v potřebném rozměru necháme uříznout ve sklenářství a ostré hrany oblepíme samolepicí páskou. Pro některé pokusy můžeme (dočasně!) vyjmout sklo z rámečku na obrázky. Menší plexisklové destičky získáme rozebráním obalu na CD.
- K lepení různých materiálů je třeba zvolit vhodné lepidlo. Papír, lepenku a dřevo lepíme disperzním lepidlem, např. Herkulesem. Kovové součástky spojujeme epoxidovým nebo vteřinovým lepidlem, hliníkové fólie nalepíme na podklad Alkaprénem. V případě nejistoty požádáme o radu prodavače v drogerii. K nenáročnému a rychlému uchycení stačí samolepicí páska, jednostranná nebo oboustranná. U některých dílů (dřevěných, plastových) můžeme vyzkoušet jejich slepení tavnou pistolí.
- Potřebujeme-li tenkou hliníkovou fólii, použijeme populární Alobal, který je jistě v každé domácnosti. Ze silnější hliníkové fólie se vyrábějí různé misky a tácky, které stačí jen přistříhnout na potřebný rozměr a případně vyrovnat.

- Dívejme se pozorně kolem sebe a přemýšlejme nad možným využitím materiálů nebo součástek, které by jinak bez užitku skončily v popelnici. Často stačí jen jejich nepatrná úprava a mohou sloužit v nové roli. S trochou nadsázky se dá říct, že nápaditý tvůrce dovede využít téměř každou, i zdánlivě bezcennou věc.

### NÁŘADÍ A NÁSTROJE:

Náměty jsou voleny tak, abychom při jejich realizaci vystačili jen s nářadím, které najdeme ve většině domácností, ve fyzikálním kabinetě nebo ve školní dílně: nůžky, šroubovák, kleště, kladívko, ruční vrtačka, pilka, pistolová páječka, voltmetr.



# VODNÍ ENERGIE

## 1. DVĚ VODNÍ KOLA

Vodní kolo vynalezli lidé už před více než 2100 lety. Staří Římané využívali otáčivý pohyb vodního kola k mletí obilí. V časech průmyslové revoluce před vynálezem parního stroje sloužila vodní kola jako zdroj energie také k pohonu strojů v prvních továrnách a k pohonu těžebních strojů v dolech.

### A) VODNÍ KOLO V KUCHYNI

**Co budeme potřebovat:**

- dřevěná lišta
- korková zátka, plastová fólie
- špejle, nýt, těsnění



**Jak na to:**

Také v kuchyni můžeme vyzkoušet, jak pracuje proudící voda. Ve větší korkové zátce (průměr 3,5 cm) uděláme listem pilky na železo 6 zářezů pro lopatky, uprostřed vyvrtáme otvor a do něj vlepíme jako osu silnější špejli. Obdélníkové lopatky 3 cm × 2 cm vystříháme z tužší plastové fólie (např. z krabičky od nanukového dortu) a přilepíme je tavnou pistolí do zářezů v zátce. Kromě rovinných lopatek můžeme vyzkoušet i vhodně zahnuté lopatky, vystřížené např. z větších plastových kelímků. Do dřevěné lišty vyvrtáme otvor a do něj zasuneme dutý hliníkový nebo měděný nýt délky 30 mm jako ložisko osy vodního kola. Na osu nasuneme zarážku z gumového vodovodního těsnění, zasuneme ji s vodním kolem do otvoru nýtku a z druhé strany zajistíme další zarážkou.

Hotové vodní kolo vložíme do proudu vody z vodovodu a pustíme se do různých „vědeckých“ výzkumů. Třeba zkusíme určit výkon našeho kola: do zářezu v ose vlepíme nit a na její konec přivážeme nějaký lehký předmět. Voda z vodovodu roztočí kolo, nit se namotává na osu a zátěž stoupá vzhůru. Výkon určíme snadno, jestliže budeme znát hmotnost předmětu, dráhu a dobu zvedání (stačí dosadit do vzorce  $P = mgh/t$ ).

- Závisí výkon kola na tvaru lopatek?

## B) MLÝNEK NEBO VODNÍ HAMR NA POTOCE

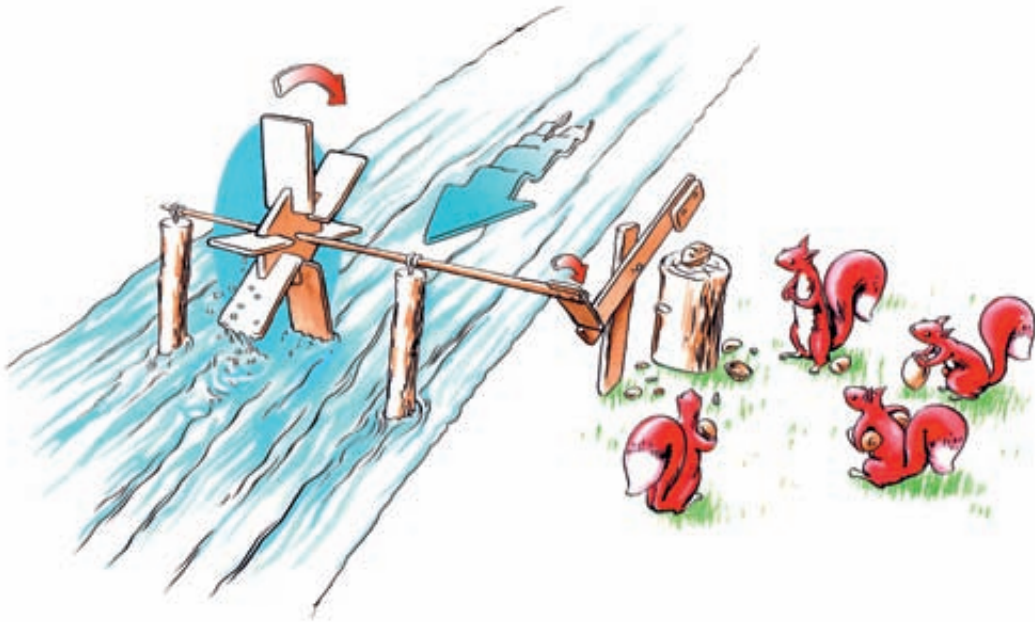
**Co budeme potřebovat:**

- 3 dřevěné kůly se špicí
- odřezek prkna
- prkénka na lopatky
- dřevěná tyčka
- dřevěná lišta s palicí
- montážní materiál

**Jak na to:**

Máme-li u chalupy nebo chaty potůček, můžeme na něm postavit vodní kolo. Podle situace zvolíme pohánění vodou padající z korýtky (tzv. kolo na svrchní vodu), nebo budou lopatky kola ponořené do vodního proudu (kolo na spodní vodu). Všechny dále uvedené rozměry upravíme podle konkrétních podmínek. Asi 20 cm od sebe zatlučeme dva kůly pro uložení osy mlýnku. Shora do nich zašroubujeme ocelová oka (k dostání v železářství), osou může být tyčka o průměru 10 mm, prodávaná jako podpěra ke květinám. Z prkének zhotovíme 6 lopatek o rozměrech asi 10 cm × 5 cm. Z odřezku prkna vyřízneme šestiúhelník, uprostřed vyvrtáme otvor pro osu a uděláme zářezy pro zasunutí lopatek. Zářezy musí být těsné, aby v nich lopatky dobře držely. Šestiúhelník nasuneme na osu a vruty, hřebíčky a lepidlem ho zajistíme proti otáčení. Do zářezů zasuneme všech šest lopatek. Všechny dřevěné spoje lepíme vodovzdorným lepidlem (Herkules apod.). Po dobrém zaschnutí lepidla osu mlýnku zasuneme do ocelových ok a zajistíme z obou stran zarážkami z gumového vodovodního těsnění. Hotový mlýnek na potůčku vyzkoušíme a opravíme případné nedostatky.

Až bude vodní kolo spolehlivě fungovat, můžeme je doplnit klapajícím modelem hamru, který v kovárnách sloužil ke zpracování železa. Na jeden konec osy vlepíme do zářezu vačku – tenkou destičku z tvrdého dřeva. Zatlučeme kůl pro otáčivé uchycení dřevěné lažky s paličkou na konci a funkci celého mechanismu doladíme (délka vačky a lažky, umístění osy lažky, hmotnost paličky). Při otáčení vodního kola vačka stlačuje volný konec lažky, palička na druhém konci se střídavě zvedá a dopadá na vhodnou podložku. Vodní hamr přívětivě klope jako za starých časů.



## 2. ELEKTRÁRNA Z DĚTSKÉ HRAČKY

Možná nemáte dostatek zručnosti, trpělivosti, nářadí nebo materiálu, abyste si postavili vodní kolo vlastníma rukama. Nevadí, protože v prodejnách hraček je k dostání několik druhů pestře vybarvených „vodních kol“, s nimiž si hrají malé děti na pískovišti. Místo vody do něho sypou suchý písek, který roztáčí lopatková kola. My však hračku použijeme „správným“ způsobem a pokusíme se postavit dokonce jednoduchý model vodní elektrárny.

### Co budeme potřebovat:

- vodní kolo – dětská plastová hračka
- velký hřebík nebo šroub
- měděný smaltovaný drát
- 2–4 feritové magnety
- oboustranná lepicí páska
- citlivý voltmetr



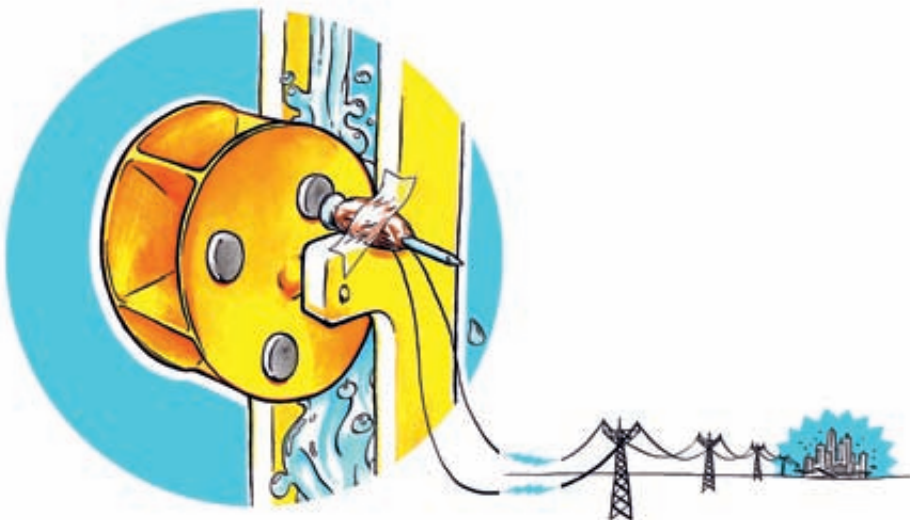
**Jak na to:**

Pro základní pokusy nepotřebujeme provádět žádné úpravy. Hračku postavíme na prázdný kbelík nebo do umývadla, do nálevky lijeme vodu a sledujeme, jak její proud roztáčí lopatková kola. Hračky bývají osazeny dvěma nebo třemi koly v takové poloze, aby voda padající z jednoho kola roztáčela druhé kolo opačným směrem. Ověříme (nebo připomeneme) si tak i své znalosti o různých mechanismech, založených na práci jednoduchých strojů.

Hračku můžeme doplnit jednoduchým generátorem elektrického proudu a udělat z ní primitivní model vodní elektrárny. Na dlouhý hřebík namotáme několik stovek závitů tenkého smaltovaného drátu. Navinutý drát zajistíme samolepicí páskou proti uvolnění a jeho konce odizolujeme v délce asi 1 cm. Odizolované konce při pokusech připojíme k citlivému stejnosměrnému voltmetru. Po obvodu bočnice některého lopatkového kola přilepíme kouskem oboustranné lepicí pásky v pravidelných rozestupech 1–4 feritové magnety a cívku nalepíme na stojánek hračky tak, aby při otáčení kola magnety těsně mýjely hlavičku hřebíku.

Z fyziky víme, že pohybem magnetu v blízkosti cívky se na jejích vývodech vytvoří (neboli indukuje) elektrické napětí. Mechanická energie pohybujícího se magnetu se v cívce mění na elektrickou energii. V našem modelu dochází dokonce ke trojí přeměně: energie padající vody se mění na pohybovou energii roztočeného kola a v cívce se tato energie mění na energii elektrickou. Náš model je však příliš jednoduchý, takže vzniklé napětí zaregistrujeme jen opravdu citlivým voltmetrem a určitě nebude stačit například na rozsvícení žárovky nebo roztočení elektromotorku. Nicméně – aspoň trochu elektřiny tato hračka vyrobí!

K sestavení modelu potřebujeme mít přece jen už určité znalosti o zapojování elektrických obvodů. Nemáte-li je, tuto část návodu zatím odložte na pozdější dobu. V připravované brožurce s pokusy z elektřiny se k vodnímu kolu vrátíme ještě jednou a sestavíme z něho opravdovou elektrárničku.





## VODNÍ KOLA A TURBÍNY

Vodní kolo pomáhalo lidem už v dávných dobách k pohonu mlýnů, pil nebo čerpadel k zavlažování polí. K užitečné práci však využívalo jen malou část energie vodního proudu, mělo malou účinnost. Pokrok v konstrukci přinesly až vědecké práce francouzského fyzika D. Bernoulliho, německého vědce J. Segnera a francouzského inženýra B. Fourneyrona ze začátku 19. století. Vznikly první **turbíny** – jejich název pochází z latinského slova turbo = kroužit. Jsou to motory s velkou účinností, jsou zcela ekologické a využívají obnovitelnou energii vody.

Postupem času vzniklo několik typů vodních turbín, každá se hodí do jiných podmínek (průtok vody, vodní spád, rychlost aj.). Nejpoužívanějšími typy jsou turbíny Peltonova, Francisova a Kaplanova. Voda v nich proudí na lopatky a otáčející se hřídel přímo pohání obvykle generátor na výrobu elektrického proudu.



FRANCISOVA TURBÍNA

KAPLANOVA TURBÍNA

PELTONOVA TURBÍNA

## PROČ MAJÍ TURBÍNY TAK VELKOU ÚČINNOST?

Obyčejné vodní kolo dokáže využít nanejvýš 30 % energie proudící vody, zatímco účinnost turbíny je až 90 %. Důvod tak velkého rozdílu v účinnosti spočívá v konstrukci obou vodních motorů.

U vodního kola se využívá jen polohová energie vody, padající na rovné lopatky. Navíc voda nepůsobí na všechny lopatky současně, ale vždy jen na část z nich. V turbíně naproti tomu působí voda současně na všechny lopatky oběžného kola. Její tok je usměrňován rozváděcím kolem nebo tryskami tak, aby voda dopadala na lopatky vždy pod nejvhodnějším úhlem. Lopatky turbín mají vhodné zakřivení, určené složitými výpočty a pomocí modelování.

## TRAGEDIE NA PŘEHRADÁCH

Přehradní hráze zadržují obrovské množství vody a proto musí být jejich návrhu a stavbě věnována nejvyšší péče. I přesto už v historii došlo k několika katastrofám, při nichž zahynulo mnoho lidí a vznikly obrovské škody. Připomeňme si největší z nich:

- Přehrada **St. Francis**, Kalifornie, USA – 13. 3. 1928 – Protrženou hrází do kaňonu uniklo 46 miliónů m<sup>3</sup> vody, která zahubila nejméně 450 lidí.
- Přehrada **Malpasset**, Francie – 2. 12. 1959 – Při protržení 102 metrů vysoké hráze se údolím prohnalo asi 50 miliónů m<sup>3</sup> vody a zanechalo za sebou 423 mrtvých.
- Přehrada **Vaiont**, Alpy, Itálie – 9. 10. 1963 – Promáčená půda se sesunula ze strmých svahů do přehradního jezera. Voda se přelila přes hráz a v přílivové vlně vysoké 60 m zahynulo 1800 – 2500 lidí. Přehradní hráz přitom zůstala neporušená!
- U nás se protrhla přehradní hráz jen jednou. Stalo se tak 18. 9. 1916 na přehradě **Bílá Desná** v Jizerských horách. Průrvou, širokou 18 metrů, se valila voda a ničila vše, co jí stálo v cestě. Zahynulo 62 lidí. Dnes je protržená přehrada národní kulturní památkou.

## NEJVĚTŠÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY SVĚTA (PODLE VÝKONU)

- **Tři soutěsky** na řece Jang-c'-ťiang, Čína (bude dokončena v r. 2009). Výška hráze 185 m, délka hráze 2309 m, výkon 18 200 MW.
- **Itaipú** na řece Paraná, Brazílie – Paraguay (1991). Výška hráze 196 m, délka hráze 7700 m, výkon 12 600 MW.
- **Guri** na řece Caroni, Venezuela (1986). Výška hráze 162 m, délka hráze 1300 m, výkon 10 000 MW.
- **Grand Coulee** na řece Columbia, USA (1942). Výška hráze 168 m, délka hráze 1592 m, výkon 6 495 MW.
- **Sajano-Šusensk** na řece Jenisej, Rusko (1989). Výška hráze 245 m, délka hráze 1066 m, výkon 6 400 MW.
- U nás je nejvýkonnější přečerpávací elektrárna **Dlouhé Stráně** na řece Divoká Desná (1996). Spád 547 m, objem horní nádrže 2,72 mil. m<sup>3</sup>, objem dolní nádrže 3,4 mil. m<sup>3</sup>, výkon 650 MW.

# ENERGIE VĚTRU

## 1. MĚŘÍME RYCHLOST VĚTRU

Větrné elektrárny vyrábějí elektrickou energii přeměnou z energie proudícího vzduchu. Stavba těchto typů elektráren má smysl jen tam, kde vane vítr často a má dostatečnou rychlost. Další dva návody nás zavedou do světa meteorologie. Rychlost větru totiž potřebujeme znát nejen při hledání místa pro větrnou elektrárnu, ale i při předpovídání počasí.

### A) ANEMOMETR

#### Co budeme potřebovat:

- modelářské lišty o průřezu 20 mm × 5 mm
- 4 plastové kelímky (např. od jogurtu)
- hřebík, 2 korálky a podložka
- dřevěná tyčka délky min. 20 cm
- samolepicí páska, plastelína

#### Jak na to:

Základem konstrukce je kříž sestavený a slepený ze dvou navzájem kolmých modelářských lišt. Uprostřed vyvrtáme otvor pro hřebík – osu. Na hřebík navlékneme korálek, nasuneme laťkový kříž, navlékneme druhý korálek a podložku. Hřebík s nasazeným křížem pak zatlučeme do tyčky, sloužící jako držák anemometru. Korálky a podložka zajišťují snadné otáčení kříže kolem osy. Pak upevníme samolepicí páskou na konec každého ramene plastový kelímeček a celou sestavu vyvážíme nalepenými kousky plastelíny nebo posunováním kelímků. Při měření rychlosti větru zvedneme rukojeť s větrným křížem nad hlavu a podle rychlosti jeho otáčení usuzujeme na rychlost větru.



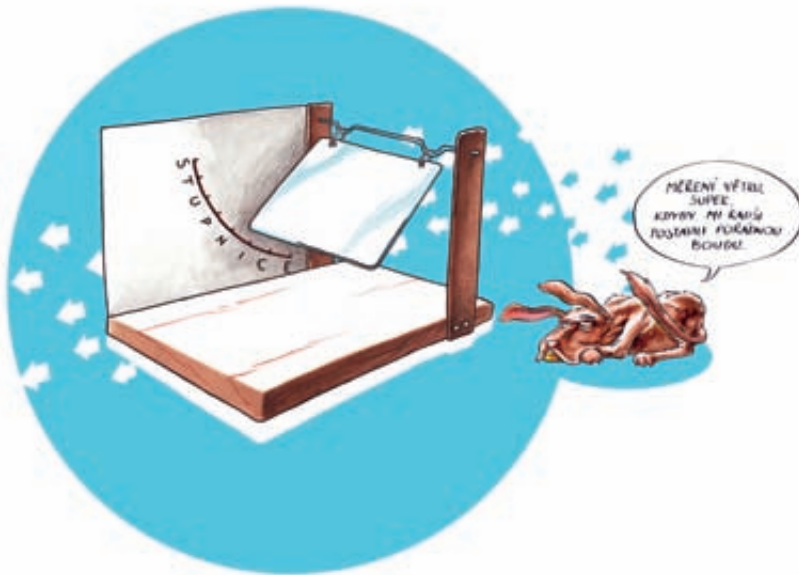
## B) VĚTRNÁ TABULE

### Co budeme potřebovat:

- prkénko na podstavec
- 2 odřezky dřevěných lišt
- drát na osu
- hliníkový plech nebo plastová destička
- karton
- montážní materiál

### Jak na to:

Větrná tabule je jiný typ anemometru. Její konstrukce je rovněž snadná a navíc ji můžeme opatřit jednoduchou stupnicí. Připravíme si dřevěné prkénko jako podstavec a k protilehlým bočním stěnám svisle upevníme lišty s otvory pro zasunutí osy. Do otvorů vložíme osu z ocelového nebo mosazného drátu, ve které jsou vytvořeny po stranách malé prohlubně. Obdélník tenkého hliníkového plechu nebo plastovou destičku zavěsíme dvěma malými kroužky na osu a k jednomu svislému držáku přilepíme kartonový čtverec se stupnicí.



Při měření namíříme přístroj proti větru tak, aby se vítr plnou silou opíral do zavěšené destičky. Čím silnější je vítr, tím větší je výchylka destičky ze svislého směru. Velikost výchylky odečteme na stupnici, kterou můžeme zkusmo ocejchovat přímo v m/s nebo v km/h podle níže uvedené tabulky.

Meteorologové používají anemometr, pracující na stejném principu jako náš model. Na kříži jsou tři nebo čtyři lehké hliníkové misky. Jejich otáčení se přenáší na malý generátor nebo elektronický čítač otáček. Naměřené údaje o rychlosti a směru větru se zaznamenávají a zpracovávají počítačem. Rychlost větru se udává buď v metrech za sekundu (případně v km/h), nebo ji charakterizuje tzv. **Beaufortova stupnice**:

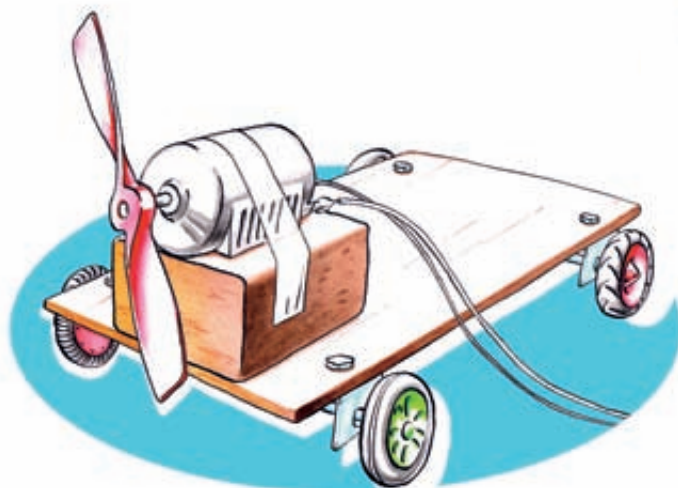
stupeň	rychlost (m/s)	rychlost (km/h)	označení	účinky
0	< 0,2	< 1	bezvětří	kouř vystupuje přímo vzhůru
1	0,3–1,4	1–5	vánek	sotva pozorovatelný pohyb vzduchu
2	1,7–3,1	6–11	slabý vítr	pohybuje lehkým praporkem
3	3,3–5,3	12–19	mírný vítr	pohybuje praporem a listím, čeří hladinu stojaté vody
4	5,6–7,8	20–28	dostí čerstvý vítr	pohybuje slabšími větvemi stromů
5	8,1–10,8	29–39	čerstvý vítr	pohybuje silnějšími větvemi, na stojaté vodě vznikají vlny
6	11,1–13,6	40–49	silný vítr	pohybuje slabšími stromy
7	13,9–16,9	50–61	prudký vítr	pohybuje stromy střední tloušťky, vlny na stojaté vodě mají zpěněné vrcholy
8	17,2–20,6	62–74	bouřlivý vítr	pohybuje silnějšími stromy a ulamuje slabší větve, ztěžuje chůzi proti větru
9	20,8–24,4	75–88	vichřice	působí menší škody na stavbách
10	24,7–28,3	89–102	silná vichřice	vyvrací stromy
11	28,6–32,5	103–117	mohutná vichřice	rozsáhlé škody na lesních porostech a budovách
12	přes 32,5	> 117	orkán	ničivé účinky, strhává střechy, shazuje komíny

## 2. VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA – VRTULOVÝ VOZÍK

Zhotovíme si vozík, který budeme používat dvojnásobně. Buď bude pracovat jako model malé větrné elektrárny, nebo se na něm seznámíme s funkcí letecké vrtule.

### Co budeme potřebovat:

- překližka
- balzový hranolek
- 2 osy s kolečky
- modelářský elektromotorek
- plastová vrtulka
- voltmetr
- plochá baterie, spojovací vodiče
- montážní materiál



### Jak na to:

Z překližky vyřízneme obdélník asi 10 cm × 5 cm a do rohů přišroubujeme úhelníky s otvory pro osy koleček. Kolečka můžeme použít z různých rozbitých hraček. Pro zmenšení tření případně nasuneme mezi kolečka a bočnice korálky. Na horní plochu přilepíme lehký balzový hranolek a na něj samolepicí páskou uchytneme elektromotorek. Na jeho osu nasuneme modelářskou plastovou vrtulku, její listy případně zkrátíme podle rozměrů vozíku. Balzu i elektromotorek zakoupíme v modelářské prodejně, motorek můžeme vymontovat i z poškozeného dětského autíčka. K vývodům elektromotorku připájíme aspoň 50 cm dlouhé tenké ohebné vodiče zakončené banánky. Důležité je, aby celá konstrukce vozíku byla co nejlehčí.

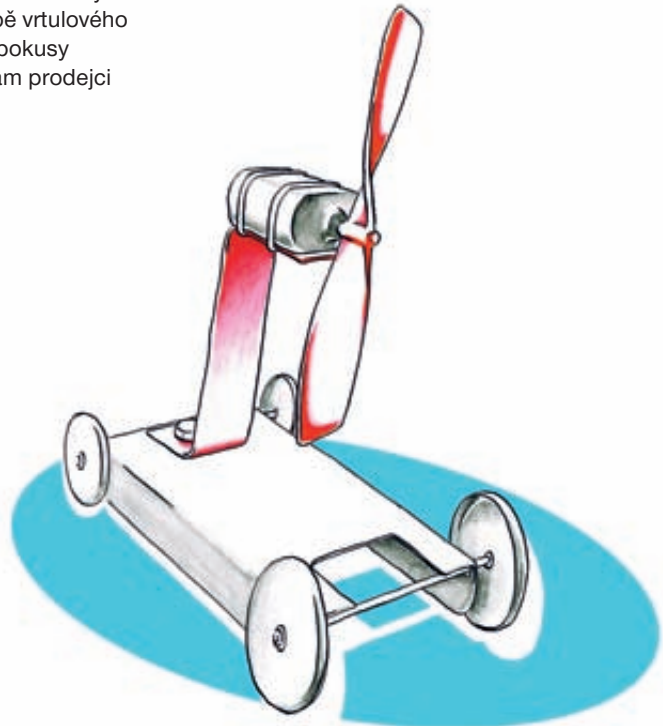
## A) VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA

Vozík bez baterie postavíme na stůl a zajistíme proti pohybu. Vývody od motorku připojíme k dostatečně citlivému voltmetru a na vrtuli zamíříme proud vzduchu z vysoušeče vlasů – fénu. Vrtule se roztočí a motorek začne fungovat jako generátor stejnosměrného proudu. Pohybová energie větru se mění na energii elektrickou. Připojeným voltmetrem můžeme zkoumat vztah mezi rychlostí otáčení vrtule a velikostí vzniklého napětí. Naše elektrárnička je velmi malá a proto také naměřené napětí stěží přesáhne několik desetin voltu. O něco většího výkonu dosáhneme ofukováním vrtule usměrněným proudem vzduchu z vysavače, ale ani to asi nebude stačit třeba k rozsvícení malé žárovky. Svítivá dioda LED se také pravděpodobně nerozsvítí, protože ta funguje až od napětí přes 1,5 voltu.

## B) VRTULOVÝ VOZÍK

Přívodní vodiče od motorku připojíme k ploché baterii, kterou držíme v ruce. Roztočená modelářská vrtule má dostatečný tah, který uvede vozík do pohybu. Podle směru otáčení motoru bude fungovat vrtule buď jako tažná (vozík jede s vrtulí vpředu), nebo jako tlačná, kdy vrtule tlačí vozík před sebou. Směr otáčení motorku – a tím i vrtule – změníme přehozením přívodních vodičů od baterie. Proužkem tenkého papíru se přesvědčíme, že roztočená vrtule z jedné strany vzduch nasává a na druhou stranu ho „vyfukuje“. Náš model teď mění elektrickou energii na pohybovou energii vrtule a proudícího vzduchu.

Poznámka: Jestliže nemáte dost odvahy nebo možností k svépomocné stavbě vrtulového vozíku, můžete provádět tyto pokusy s vozíkem, který nabízejí školám prodejci učebních pomůcek.



### 3. NEJEDNODUŠŠÍ VĚTRNÍK

Snad každý v vás už si udělal jednoduchý větrník z kousku tužšího papíru. Jeho sestavení je tak jednoduché, že jen stručně připomeneme postup a nabídneme i další variantu.

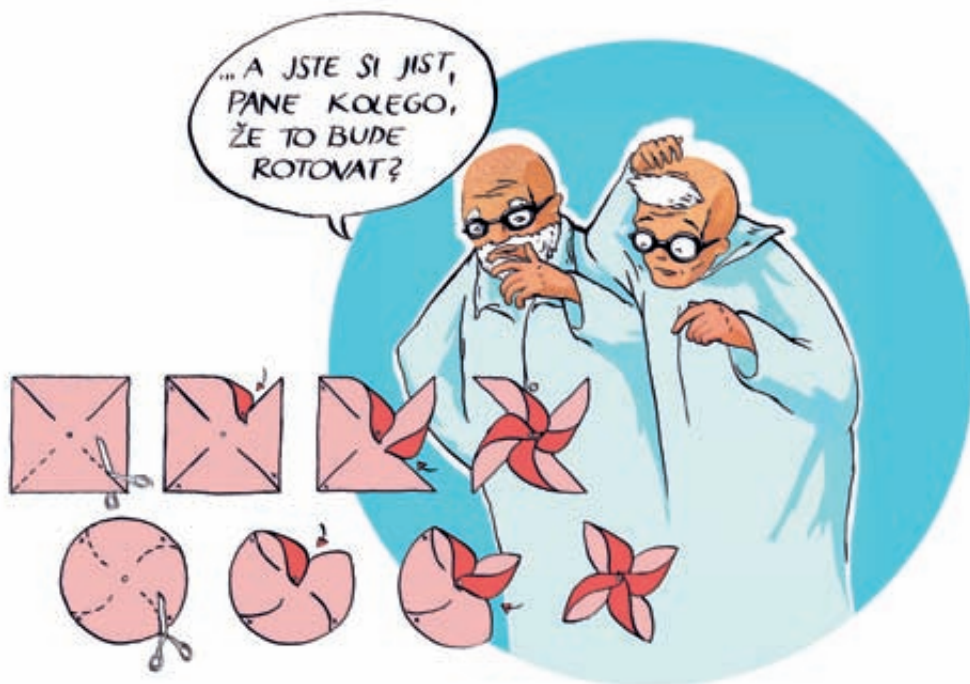
#### Co budeme potřebovat:

- čtverec kladívkového papíru 15 cm × 15 cm
- tenký hliníkový plech
- dřevěná lišta
- hřebíček, 2 korálky

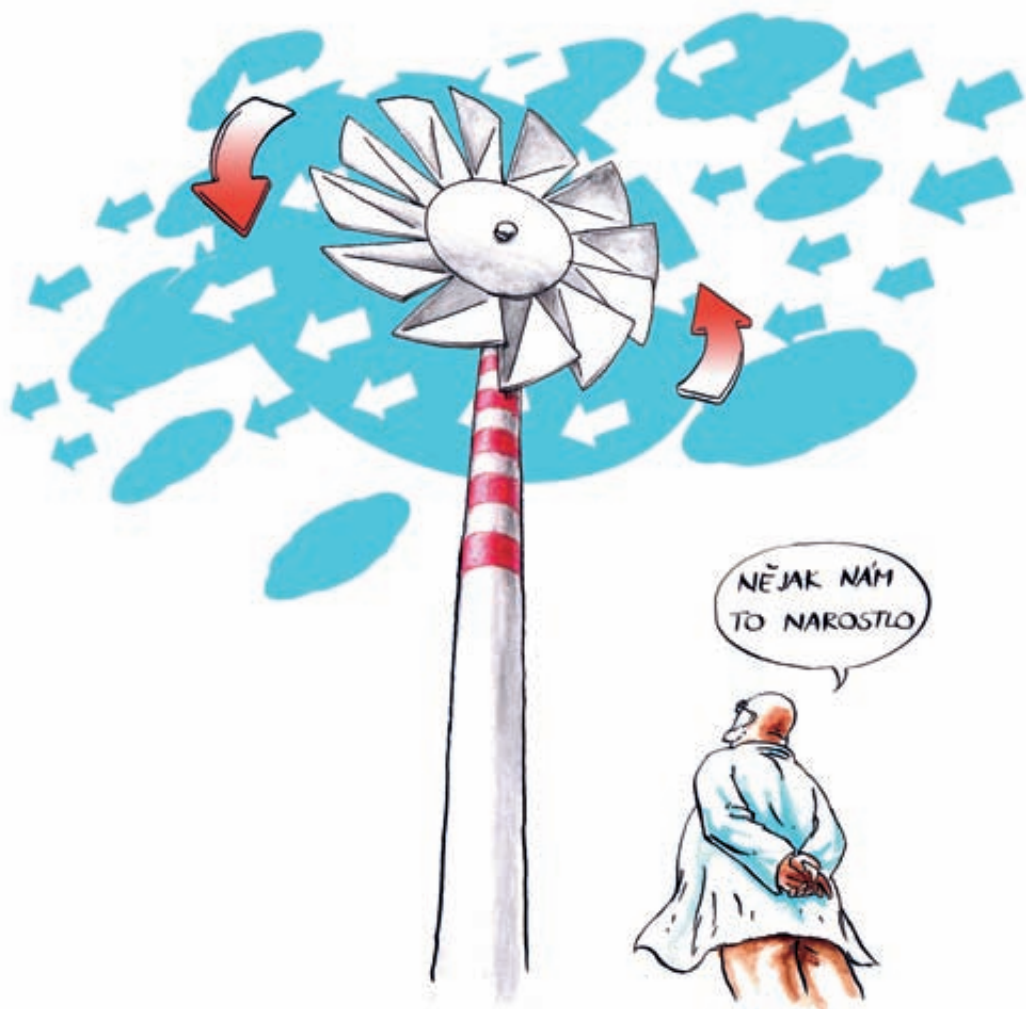
#### Jak na to:

Na čtverci papíru vyznačíme úhlopříčky a každou úhlopříčku od rohu ke středu nastříhneme asi do dvou třetin. Pak postupně ohýbáme „poloviny“ rohů a ohnuté části přichytíme hřebíčkem na konec lačky – držátka. Pro zmenšení tření je vhodné před zatlučením nasunout na hřebíček z obou stran větrníku korálek. Elegantnější tvar získá vrtulka, jestliže místo čtverce použijeme na její zhotovení kruh o průměru např. 25 cm a jeho nastřížení bude mírně zakřivené.

Proč se větrník ve větru roztočí? Ohnutím získají křídélka větrníku vhodný tvar, kterým nejen zachycují proudící vzduch, ale mění i směr jeho pohybu. Křídélka „nutí“ vzduch pohybovat se jedním směrem a podle zákona akce a reakce „nutí“ vzduch stejně velkou silou křídélka, aby se pohybovala směrem opačným. Výsledkem je otáčení větrníku.







Vrtulku větrníku ve tvaru větrné turbíny můžeme udělat i z tenkého hliníkového plechu. Vystříháme z něho kruh o poloměru asi 12 cm a jeho obvod rozdělíme na 8–12 stejných dílů. Tyto díly nastříháme asi do poloviny, mírně je přeložíme a tak získáme „lopatky“ turbíny. Uprostřed uděláme malý otvor a hřebíkem s navlečenými korálky turbínku přichytíme k laťce. Funkce turbíny je opět založena na vzájemném působení větru a zahnutých lopatek. Podobná větrná kola používali farmáři na americkém Západě k čerpání vody, určitě jste je už viděli v nějakém kovbojském filmu.

## 4. VÍTR PLAŠÍ PTÁKY

Vítr nemusí pohánět jen velkou větrnou elektrárnu, ale může pomoci třeba zahrádkářům při ochraně úrody před loupeživými nálety ptáků. Variant plašičů z PET lahví je spousta a pro inspiraci uvádíme jen jedinou z nich. Budete-li se pozorně dívat, najdete na zahrádkách řadu dalších zajímavých typů.

### Co budeme potřebovat:

- láhve PET
- provázek nebo tenký drát



### Jak na to:

Základem každé konstrukce je PET láhev, na jejímž plášti jsou přilepena nebo jinak upevněna křídélka. Popsaný typ sestavíme podobně jako model anemometru. Jako křídélka přilepíme samolepicí páskou nebo tavnou pistolí tři nebo čtyři kelímky od jogurtu, nebo odříznutá dna menších PET lahví ve tvaru profilované misky. Do zátky vyvrtáme otvor, provlékneme jím provázek nebo tenký drát a hotový plašič zavěsíme na větev stromu. Aby bylo plašení ještě účinnější, nalepíme na povrch láhve kousky blýskavé hliníkové fólie.



## VRTULE

Až do vynálezu proudového motoru byla letadla poháněna vrtulemi s benzínovým spalovacím motorem. Pro jednoduchost si můžeme představit, že vrtule se chová jako šroub a svými listy se „zavrtává“ do vzduchu. Vzduch za vrtulí proudí dozadu a letadlo se naopak pohybuje vpřed. Vzduch však má malou hustotu, proto se musí vrtule otáčet velkou rychlostí, aby se dosáhlo dostatečné tahové síly. Pro pohon lodí se používá lodní šroub (vynález Josefa Ressela z roku 1827), který pracuje na podobném principu: šroub se „zavrtává“ do vody a uvádí do pohybu celou loď. Vrtule větrné elektrárny funguje opačně – proudící vzduch (vítr) jí předává část své energie a roztáčí její listy. V generátoru se energie větru přeměňuje na elektrickou energii. Tato přeměna však má poměrně malou účinnost, a proto se musí stavět elektrárny s vrtulemi o velkém průměru. Často se na jednom místě vybuduje několik větrných elektráren, které tvoří tzv. větrnou farmu.

## VĚTRNÁ ELEKTRÁRNA NA HOSTÝNĚ

Kopec Hostýn je známé poutní místo na východní Moravě. Kromě velké baziliky Nanebevzetí Panny Marie z roku 1748 stojí na jeho vrcholu od roku 1994 ještě jedna pozoruhodná stavba. Je to 30 metrů vysoký ocelový stožár větrné elektrárny. Třílístá vrtule o průměru 27 metrů pohání generátor s výkonem 225 kW. Byla zprovozněna na jaře v roce 1994. Provoz elektrárny řídí počítač a na základě povětrnostní situace elektrárnu spouští a nastavuje lopatky rotoru podle směru a rychlosti větru. Větrná elektrárna dodává proud do rozvodné sítě a za rok může vyrobit až 350 MWh elektrické energie.

## NAVŠTIVTE VĚTRNÝ MLÝN

Až do rozšíření parního stroje v 19. století byla větrná kola důležitým zdrojem energie k pohonu různých zařízení, zejména mlýnů a pil. Na Středním Východě se větrné mlýny používaly už před několika tisíci lety, v Evropě se objevily až ve 12. století. Na našem území pracovaly větrné mlýny začátkem 14. století a jejich využívání bylo stále rozšířenější. Rozlišují se dva základní typy – sloupový a holandský. Sloupový typ je patrový a proti větru se v případě potřeby natáčela celá jeho konstrukce. Holandský typ má zděnou budovu ve tvaru seříznutého kužele nebo válce. Proti větru se natáčela jen střecha s větrným kolem.

Do dnešní doby se v naší zemi dochovalo několik desítek větrných mlýnů, většinou na Moravě a ve Slezsku. Některé z nich slouží jako rekreační stavení a jsou nepřístupné, ale v několika zachovalých a restaurovaných mlýnech na Moravě byly zřízeny muzejní expozice. Patří k nim například větrné mlýny:

- **Rymice u Kroměříže:** Významná technická památka, dřevěný sloupový mlýn z r. 1795. Správcem skanzenu je Muzeum Kroměřížska.
- **Rudice u Blanska:** Válcový mlýn holandského typu z r. 1865, ve kterém je muzeum obce Rudice s expozicí speleologie, mineralogie, historie hutnictví a hornictví.
- **Rožnov pod Radhoštěm:** Sloupový dřevěný mlýn z r. 1812, který byl do Valašského muzea v přírodě přenesen z Přerovska. Najdeme ho v části Valašská dědina.
- **Kuželov na Hodonínsku:** Zděný mlýn holandského typu z r. 1842, restaurovaný v 70. letech minulého století. V přílehlé chalupě je expozice bydlení na Horňácku a nedaleko byla postavena moderní větrná elektrárna.
- **Kostelec – Štípa u Zlína:** Zděný mlýn holandského typu z poloviny 19. století. Svému účelu sloužil až do konce 40. let minulého století. Dodnes se v něm zachovalo původní technické zařízení. Prohlídka mlýna je možná na požádání.

## PLACHETNICE – KRÁLOVNY MOŘÍ

Pohybovou energii větru využívali k pohonu svých lodí už starověcí Egypťané, Asyřané, Kartáginci a další přímořské národy. Na jejich lodích se však obdélníková plachta vyťahovala jen při příznivém větru zezadu. Hlavním pohonným „motorem“ byly svaly veslařů – obvykle otroků, kterých sedělo v podpalubí válečných lodí i několik stovek. Velký pokrok v mořeplavbě znamenal používání otočných ráhen a nových typů plachet v 10. století. Tyto nastavitelné plachty umožňovaly lodím při plavbě křížovat i proti větru. Plachetnice zahájily éru velkých námořních objevů. Kryštof Kolumbus se třemi malými plachetnicemi objevil v roce 1492 Ameriku, v roce 1498 obeplul Vasco da Gama mys Dobré naděje a otevřel námořní cestu do Indie. V letech 1519–1522 proplula španělská výprava kolem jižního cípu Ameriky z Atlantického do Tichého oceánu a vykonala první cestu kolem světa. V 16. století se už obchodní a válečné plachetnice plavily po všech světových mořích a oceánech. Nejrychlejšími plachetnicemi byly štíhlé čtyřstěžňové clippery. Teprve koncem 19. století začaly být plachetnice nahrazovány parníky, loděmi poháněnými parním strojem a lodním šroubem. Lodní doprava tak přestala být závislá na rozmarech počasí.

# SLUNEČNÍ ENERGIE

## 1. ELEKTŘINA ZE SLUNÍČKA

Přímou přeměnu sluneční energie na elektrickou si můžeme snadno vyzkoušet i na kuchyňském stole.

### Co budeme potřebovat:

- jeden nebo několik slunečních (fotovoltaických) článků
- přírodní vodiče
- voltmetr
- miniaturní elektromotorek

### Jak na to:

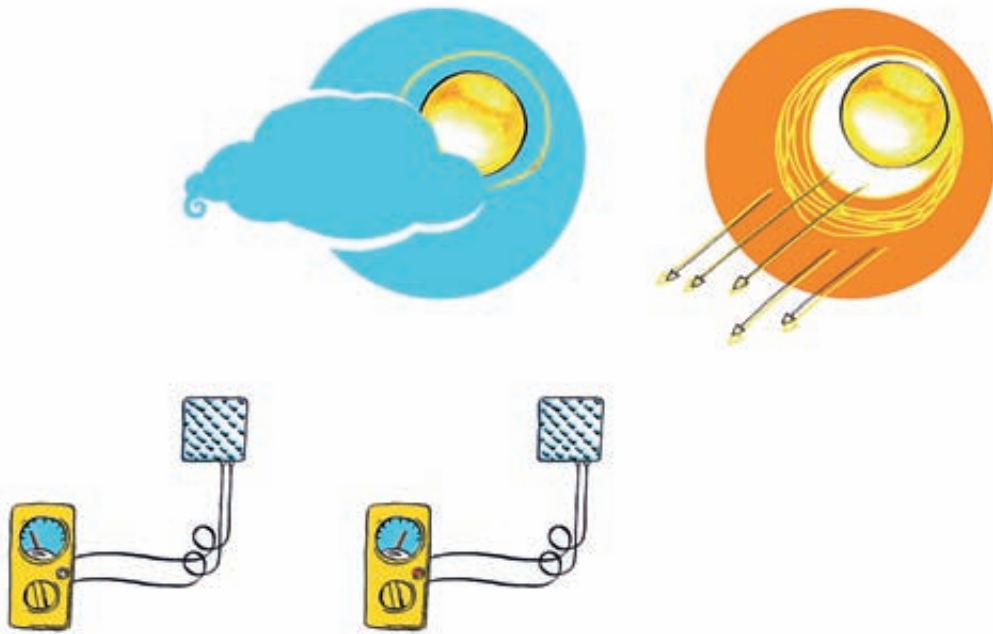
Elektrický proud z článků se odvádí buď připájenými ohebnými vodiči, nebo jsou do zadní stěny článku zapuštěny šroubky pro upevnění spojovacích plíšků nebo vodičů. Pro pokusy nemusíme připravovat žádnou zvláštní aparaturu, nanejvýš pro lepší stabilitu uchytíme články samolepící páskou na překližkový obdélník. Sluneční články jsou k dostání v prodejnách s elektronickými součástkami, nebo přímo u jejich výrobce ([www.solartec.cz](http://www.solartec.cz)). Menší sluneční článek můžeme získat i zdarma vymontováním z vyřazené kalkulačky.

### Upozornění:

Popsané pokusy se daří jen při osvětlení Sluncem nebo běžnou žárovkou. Na světlo zářivky sluneční články téměř nereagují, protože zářivkové světlo obsahuje hlavně světlo kratších vlnových délek.

### Náměty na pokusy:

- Sluneční článek připojíme k voltmetru a přepneme na rozsah 1 V. Je-li článek ve tmě, voltmetrem nenaměříme žádné napětí, při osvětlení např. stolní lampou napětí vzroste a největší (i přes 0,5 voltu) je při osvětlení přímým slunečním světlem.
- Po ověření základní funkce článku pokračujeme v měření: měníme vzdálenost žárovky od článku a zjišťujeme, jak se přitom mění velikost napětí.
- Spojíme do série dva nebo více článků a provedeme stejná měření jako v předchozích pokusech.
- Obdobně měříme vlastnosti paralelního zapojení článků.
- Připojíme k jednomu nebo několika článkům miniaturní elektromotorek, případně se můžeme pokusit o zhotovení malého „solárního“ autíčka.



K pochopení funkce slunečních článků a jejich zapojování potřebujeme mít přece jen už určité znalosti z elektřiny. Nemáte-li je, tento návod zatím odložte na pozdější dobu. V brožurce s pokusy z elektřiny se k pokusům se slunečními články vrátíme ještě jednou a sestavíme z nich opravdovou sluneční elektrárničku.

Malé sluneční články vyrobí jen málo elektrické energie a proto mohou napájet jen přístroje s velmi malou spotřebou (např. kalkulačku), určitě ne žárovku nebo výkonnější elektromotorek. Výhodnější je používat články k nabíjení akumulátorů a spotřebiče napájet až po jejich nabití.

## 2. SLUNEČNÍ VAŘIČE

Sluneční záření dopadá na zemský povrch a část jeho energie můžeme přímo přeměnit na teplo. Sestrojíme si tři modely slunečních vaříčů, které se ve větším a dokonalejším provedení využívají hlavně v chudých zemích k vaření jídla.

### A) VAŘIČ Z PAPIROVÉ KRABICE

#### Co budeme potřebovat:

- papírová krabice na dorty
- hliníková fólie
- sklo nebo plexisklo
- černá temperová barva

#### Jak na to:

Krabici upravíme tak, aby jen jedna její stěna byla výklopná. Všechny ostatní části slepíme. Vnitřek natřeme černou temperovou barvou a výklopnou stěnu polepíme hliníkovou fólií (alobalem) a dobře uhladíme. Tím je sluneční vaříč v podstatě hotový a můžeme s ním zahájit experimenty. Krabici položíme na zem a výklopnou stěnu nastavíme tak, aby odrazela co nejvíc dopadajícího světla dovnitř krabice na zahřívání předmět. Černý vnitřek pohlcuje světelné záření a mění je na teplo. Tím se vnitřní prostor krabice silně zahřívá.

Nejprve vložíme do prostoru krabice plochou nádobku s vodou. Ponořeným teploměrem každou minutu měříme, jak se zvyšuje teplota vody. Pak provedeme stejný pokus, ale prostor krabice zakryjeme sklem nebo plexisklem. Sklo brání úniku tepla z vnitřního prostoru. Porovnáme rychlost zahřívání vody v krabici nezakryté a zakryté. Pro zvýšení účinnosti vaříče můžeme výklopné odrazné stěny přilepit i ke zbylým třem bočnicím (alobalem) a dobře uhladíme.



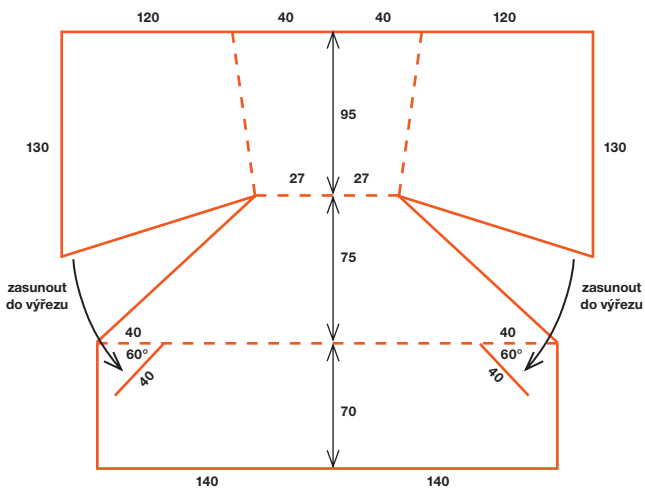
## B) SKLÁDACÍ VAŘIČ

### Co budeme potřebovat:

- lepenka
- hliníková fólie

### Jak na to:

Lepenku potřebného rozměru polepíme hliníkovou fólií (alobalem) a vyřízneme z ní tvar podle obrázku. Tupým nožem vyznačíme ohybové hrany a podle obrázku složíme výsledný tvar slunečního vaříče. Při skládání zasuneme hroty bočních stěn do výřezů v šikmé přední části a zahneme je. Nádobku s vodou položíme na vodorovnou plochu a vaříč natočíme tak, aby byla nádobka přímým a odraženým světlem co nejvíc ozářena. Při pokusech hledejte nejvhodnější polohu nádobky a nejvhodnější natočení odrazových ploch vaříče.





## C) PARABOLICKÝ VAŘIČ Z KBELÍKU

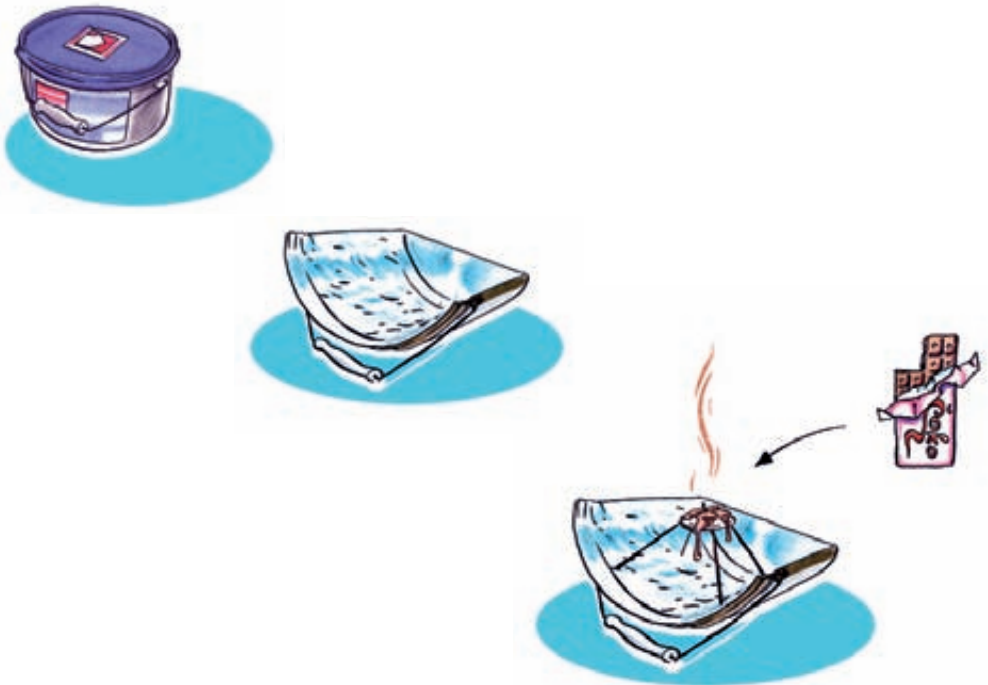
### Co budeme potřebovat:

- plastový kbelík
- hliníková fólie

### Jak na to:

Nejúčinnější sluneční vařiče mají tvar rotačního parabolického zrcadla. Jeho návrh a výroba je dost náročná. Během pár minut však snadno zhotovíme téměř parabolický vařič válcového tvaru. Budeme potřebovat prázdný a vymytý plastový kbelík od barvy PRIMALEX používané k malování bytu. Kbelík obyčejnou pilkou na dřevo rozřízneme na dvě poloviny a začistíme smirkovým papírem řezné hrany. Pro pokusy použijeme polovinu s držadlem. Prohnutá vnitřní stěna má přibližně parabolický průřez, polepíme ji tedy hliníkovou fólií (alobalem) a vařič je hotový.

Pokusy s parabolickým vařičem mohou být obdobné jako u prvních dvou typů. Při vhodném natočení odrazné plochy se paprsky soustředí ují podél úsečky, spojující ohniska jednotlivých částí zakřivené plochy. Vyzkoušíme v ohnisku nejen zahřívání vody, ale i dalších látek (čokoláda, hrudka másla, pěnový bonbón Marshmallow aj.). Výsledky budou mnohem výraznější než u předchozích dvou typů. Držadlo kbelíku využijeme jako podpěru při nasměrování zrcadla směrem ke Slunci.



### 3. SLUNEČNÍ KOLEKTOR

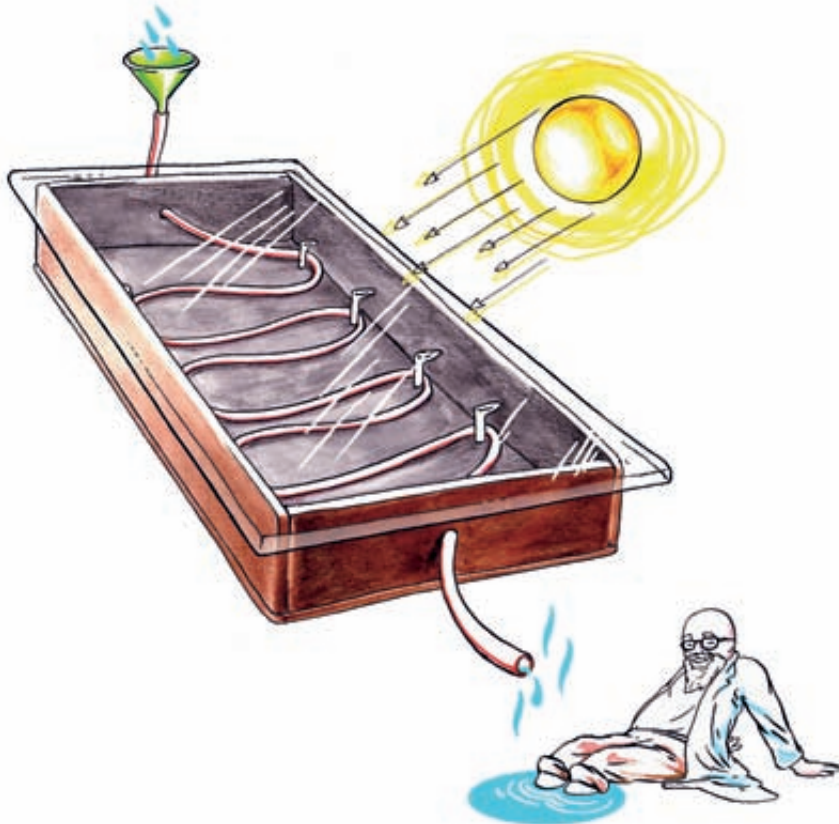
Sluneční energie se nejčastěji používá k ohřívání vody ve slunečních kolektorech. Jsou to v podstatě dobře tepelně izolované skříně, jejichž vnitřek je natřen černou barvou, která nejlépe pohlcuje dopadající záření. Vzniklé teplo přijímá voda v trubkách a zahřívá se.

#### Co budeme potřebovat:

- prkénka, překližka, polystyren
- průhledná fólie
- ohebná plastová trubička
- skobky a montážní materiál

#### Jak na to:

Model slunečního kolektoru zabudujeme do vhodné nízké dřevěné krabice o rozměrech alespoň 35 cm × 25 cm × 5 cm, kterou sestavíme z prkének a překližky. Na protějších stranách uděláme otvory pro vývody trubice. Vnitřní prostor krabice natřeme matnou černou latexovou barvou. Do vnitřních bočních stěn nebo do dna přibijeme dvě řady skobek pro zachycení hada z tenkostěnné plastové trubičky. Černou barvou pak natřeme i trubičku (koupíme ji např. v motoristické prodejně). Krabici překryjeme průhlednou fólií, kterou na bočních stěnách přichytíme samolepící páskou. Na dno a boční stěny můžeme zvenku přilepit disperzním lepidlem příříznuté izolační polystyrenové desky tloušťky 2 cm.



Za slunného dne umístíme kolektor tak, aby sluneční paprsky dopadaly kolmo k jeho ploše. Spodní konec trubice necháme otevřený a shora lijeme studenou vodu, až vyplní celou trubici. Pak spodní konec zazátkujeme nebo uzavřeme svorkou a počkáme zhruba půl hodiny na výsledek: vodu vypustíme do nádoby a změříme její teplotu. V sérii pokusů můžeme zjišťovat, jak závisí teplota ohřáté vody na době zahřívání, úhlu dopadajících slunečních paprsků a na izolaci krabice. Náš model slouží jen k seznámení se základní funkcí kolektoru, v praxi je celý systém doplněn přívodem studené vody a zásobníkem ohřáté vody.

Ještě jednodušší sluneční kolektor na ohřívání vody můžeme zhotovit třeba pro sprchování na letním táboře. Stačí k tomu černý nebo tmavý gumový vak nebo černě natřený plastový kanystr. Naplníme jej vodou, položíme na osluněné místo a počkáme, až se voda zahřeje. Takové kolektory, opatřené dokonce malou sprchovou růžicí, jsou k dostání například v prodejnách s chatařskými a zahrádkářskými potřebami.

## SLUNCE OHŘIVÁ VODU V KOUPALIŠTI

Malá horská obec Rusava je vyhledávaným turistickým centrem Hostýnských vrchů na východní Moravě. Kromě přírodních krás a rázovitých lidových staveb se pyšní také největším systémem slunečních kolektorů u nás. Na místním koupališti je nainstalováno 360 kolektorů o celkové ploše 540 m<sup>2</sup>. Slunce „zdarma“ zahřívá vodu v hlavním plaveckém bazénu o rozměrech 15 m × 43 m s celkovým objemem 1000 m<sup>3</sup> a v dětském brouzdališti, kde je dalších 22 m<sup>3</sup> vody. I když celkové náklady na instalaci nebyly malé (činily asi 8 milionů Kč), provozní náklady na ohřívání vody jsou už minimální.

## PÁR SLOV O SLUNCI

Slunce je hvězda, kolem které krouží osm planet, komety a mnoho dalších menších těles sluneční soustavy. V jeho nitru probíhají termonukleární reakce – při vysoké teplotě a tlaku se slučují jádra vodíku na jádra hélia a současně se uvolňuje obrovské množství energie. Tuto energii ve formě záření vysílá Slunce do okolního prostoru. Nepatrná část slunečního záření, dopadající na zemský povrch, je prapříčinou vzniku života na Zemi a je nezbytná pro jeho udržení.

### Slunce:

- Průměr •  $1,4 \cdot 10^6$  km (1 400 000 km)
- Hmotnost •  $2 \cdot 10^{30}$  kg (2 000 000 000 000 000 000 000 000 kg)
- Teplota v nitru • asi 14 000 000 °C
- Povrchová teplota • asi 5 500 °C
- Zářivý výkon •  $3,8 \cdot 10^{26}$  W (380 000 000 000 000 000 000 000 W)
- Vzdálenost od Země • 150 000 000 km

## FOTOVOLTAIKA

Světelné záření přenáší energii, kterou umíme od 60. let minulého století měnit přímo na energii elektrickou. Děje se tak v polovodičových fotovoltaických článcích, kterým se také říká fotoelektrické, solární nebo sluneční. Jsou to v podstatě

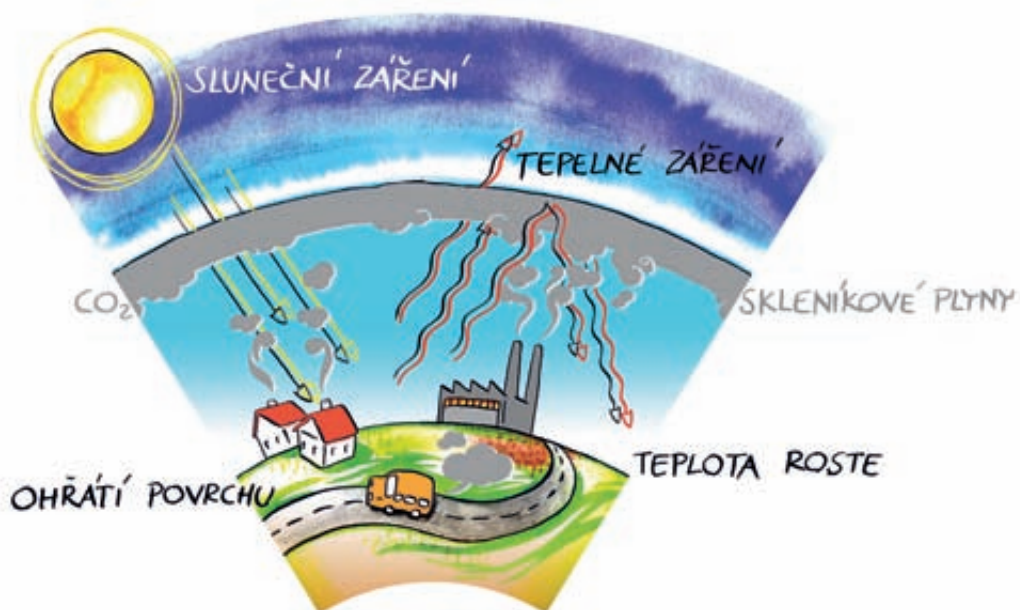
velkoplošné polovodičové diody, ve kterých se ozářením uvolňují elektrony a vytvoří se silné elektrické pole. Toto pole uvádí v polovodiči do pohybu volné náboje a na vývodech článku se objeví elektrické napětí asi 0,5V. Účinnost přeměny světelné energie zatím není velká, běžné články dosahují účinnosti kolem 15 %. Výkon článku je proměnný – závisí na intenzitě slunečního svitu, denní době, ročním období, oblačnosti a úhlu, pod kterým světlo na článek dopadá. Při kolmém dopadu světla a plném osvětlení má fotovoltaický článek o ploše 1 m<sup>2</sup> výkon 80–100W. Jednotlivé články se spojují do panelů podle požadovaného napětí a výkonu. Obvykle neslouží k přímému napájení elektrických spotřebičů, ale za denního světla nabíjejí akumulátory. Elektrická energie shromážděná v akumulátorech pak může být využívána i v noci, kdy články samozřejmě nepracují.

### KOLOBĚH VODY V PŘÍRODĚ

Voda patří k nejvýznamnějším obnovitelným zdrojům, její „věčná“ energie pochází ze Slunce. Sluneční záření je hybnou silou, která na naší planetě uvádí do pohybu obrovské vodní masy, silou udržující koloběh vody v přírodě. Zahřátá voda se vypařuje z hladiny moří, řek, jezer i z pevniny. A není jí málo – ročně se z celého zemského povrchu vypaří kolem 500 000 km<sup>3</sup> vody! Vodní pára stoupá vzhůru, kde se ochlazuje a zkapalní nebo dokonce zmrzne. Z drobnoukých kapiček nebo sněhových vloček se tvoří oblaka, která jsou roznášena větrem. Z mraků padá déšť nebo sníh a voda se vrací zpět na zemský povrch. Vznikají potůčky, potoky a řeky, kterými se voda znovu vrací do moře. Koloběh vody se uzavírá. Z celkového množství sluneční energie dopadající na zemský povrch se téměř čtvrtina spotřebuje na udržení tohoto koloběhu.

Malou část této energie dovedeme využít k výrobě elektrické energie. Voda stéká působením gravitace z hor dolů a přitom se její polohová energie mění na pohybovou energii. K dalším přeměnám dochází ve vodní elektrárně – nejprve na pohybovou energii roztočené turbíny a pak v generátoru na elektrickou energii. A na začátku celého řetězce byla energie slunečního záření...





### SKLENÍKOVÝ JEV

Vyhřívání zahradního skleníku je způsobeno tím, že viditelné světlo prochází sklem téměř bez pohlcování, zatímco tepelné (infračervené) záření je sklem pohlcováno a odráženo. Půda a rostliny ve skleníku sluneční záření pohlcují a zahřívají se. Tepelné záření ze zahřáté půdy a rostlin nemůže skleněnými stěnami unikat ven a proto teplota uvnitř skleníku roste. Podobnou konstrukci mají také sluneční kolektory, ve kterých se energie slunečního záření mění na teplo, zahřívající vodu např. pro vytápění.

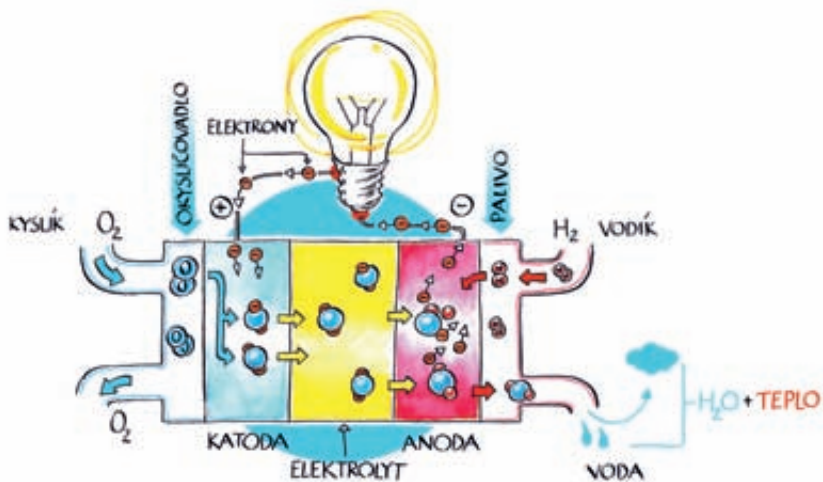
Zemská atmosféra má podobné vlastnosti jako stěny skleníku. Některé plyny v zemské atmosféře (říká se jim „skleníkové plyny“) mají podobné vlastnosti jako sklo: sluneční záření propouštějí, ale teplo vyzařované zemským povrchem pohlcují a odrážejí zpět. Brání tak nadměrnému ochlazení Země. Tento jev je pro svou podobnost s principem skleníku nazývá skleníkový jev. Nejdůležitějšími skleníkovými plyny v atmosféře jsou vodní pára a oxid uhlíčitý.

Člověk svou činností porušuje přírodní rovnováhu a do atmosféry se dostává čím dál víc skleníkových plynů. Hlavní nebezpečí představuje oxid uhlíčitý CO<sub>2</sub>, vznikající hlavně spalováním fosilních paliv (uhlí, ropa, zemní plyn) v domácnostech, tepelných elektrárnách a dopravě. Také zvýšenou těžbou tropických deštných pralesů roste množství oxidu uhlíčitého v atmosféře. Skleníkový jev je stále výraznější a Země se pomalu začíná přehřívat. Proto roste význam obnovitelných zdrojů energie, které nejsou zdrojem škodlivých skleníkových plynů.

### PALIVOVÝ ČLÁNEK

Voda má chemickou značku  $H_2O$ , to znamená, že každou její molekulu tvoří dva atomy vodíku (H) a jeden atom kyslíku (O). Z hodin přírodovědy nebo chemie možná víte, že elektrickým proudem můžeme molekuly vody rozložit a získat vodík a kyslík. Děj se nazývá elektrolýza a elektrická energie se něm mění na energii chemickou. Děj se nazývá elektrolýza a elektrická energie se něm mění na energii chemickou. Co by se stalo, kdyby se nám podařilo vodík a kyslík zase sloučit? Určitě přijdete na správnou odpověď: vznikla by opět voda a chemická energie by se přeměnila zpět na energii elektrickou!

Takto možná uvažoval sir William Robert Grove, který v roce 1839 vynalezl **vodíkový palivový článek**. Tento zajímavý zdroj elektrické energie přeměňuje chemickou energii obsaženou v palivu přímo na elektrickou energii. Skládá se ze dvou pórovitých elektrod, oddělených elektrolytem. Probíhá v něm vlastně „obrácená“ elektrolýza, dochází k chemické reakci mezi palivem a oksyličovadlem. Jedna elektroda se nabíjí kladně (anoda) a druhá záporně (katoda), palivový článek se stává zdrojem napětí. Jako palivo se k anodě přivádí vodík, oksyličovadlem je kyslík přiváděný ke katodě. Některé typy článků používají místo trřaskavého vodíku i jiná plynná paliva, vyrobená z biomasy. Účinnost palivových článků je značná a jejich provoz je ekologicky čistý, protože při reakcích vzniká jen voda.



### PALIVOVÉ ČLÁNKY V RAKETOPLÁNU

V 60. letech minulého století se začaly palivové články používat jako zdroje elektrické energie v amerických kosmických lodích. Možná jste viděli film APOLLO 13 podle skutečné události z roku 1970 o dramatickém letu k Měsíci. Po výbuchu jedné z kyslíkových nádrží prudce klesl elektrický výkon palivových článků a celý svět tehdy s napětím sledoval akce na záchranu posádky. Po 143 hodinách přistávací modul se třemi kosmonauty bezpečně přistál na hladinu Tichého oceánu...

Palivové články jsou hlavním zdrojem energie i v současných raketoplánech. Na jeho palubě jsou tři velké články o rozměrech 35 cm × 38 cm × 100 cm a hmotnosti téměř 170 kg. Každý článek má výkon kolem 7 kW, ale špičkový výkon může krátkodobě dosáhnout až 12 kW. Při startu se do nádrží raketoplánu natankuje tolik kyslíku a vodíku, aby vystačil na provoz palivových článků po dobu 2000 hodin, tj. víc než 80 dní. Kromě zásobování raketoplánu elektrinou mají palivové články ještě jednu funkci. Ani voda vznikající slučováním vodíku a kyslíku nepřichází nazmar. Po úpravě se z ní stane pitná a užitková voda pro kosmonauty.

## TROCHA FYZIKY

Pro úplnost uvádíme stručný přehled pojmů, veličin a jednotek, s nimiž se v textu setkáte:

- **Energie** – schopnost konat práci (pohybovat, zahřívát, deformovat, zářit apod.). Jednotkou energie je joule J (čti džaul) nebo wattsekunda (Ws).
- **Druhy energie** – polohová, pohybová, vnitřní (tepelná, jaderná, chemická), energie záření aj. Energie se mohou navzájem přeměňovat.
- **Výkon** – energie nebo práce vykonaná za sekundu. Jednotkou výkonu je watt (W).
- **Účinnost** – vyjadřuje, jaká část dodané energie se přemění na jiný druh energie, nebo na užitečnou práci. Účinnost se udává v procentech.
- **Teplota** – souvisí s rychlostí pohybu částic látky. Jednotkou teploty je stupeň Celsia (°C) nebo kelvin (K).

### PŘEVODY JEDNOTEK:

- 1 000 J = 1 kJ (kilojoule) → 1 000 000 J = 1 000 kJ = 1 MJ (megajoule)  
 1 J = 1 Ws → 3 600 J = 1 Wh (watthodina)  
 → 1 000 Wh = 1 kWh (kilowatthodina)  
 1 000 W = 1 kW (kilowatt) → 1 000 000 W = 1 000 kW = 1 MW (megawatt)

**Teplotní stupnice ve °C a v K jsou vůči sobě posunuté přibližně o 273 stupňů:**

- 100 °C ≐ 173 K • 0 °C ≐ 273 K • 100 °C ≐ 373 K • 200 °C ≐ 473 K atd.  
 0 K ≐ -273 °C • 100 K ≐ -173 °C • 200 K ≐ -73 °C • 300 K ≐ 27 °C atd.



## POZNÁMKY

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Materiál je součástí vzdělávacího programu ČEZ, a. s., Svět energie

Připraveno ve spolupráci s MFF UK Praha

Nabídku vzdělávacího programu naleznete na [www.cez.cz/vzdelavaciprogram](http://www.cez.cz/vzdelavaciprogram)

© ČEZ, a. s., sekce komunikace

Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4, tel.: 211 042 681