



Střední odborná škola - PaedDr. Stratil, s. r. o.
nám. Dr. E. Beneše 24, 769 01 Holešov
www.stratil.cz

OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

Učební text pro environmentální výchovu na SŠ

Ing. Dana Nováková
Mgr. Soňa Kryštofová
Mgr. Miluše Václavková

Realizováno s finanční podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR.

HOLEŠOV 2008

*Autorky obzvláště děkují za významnou pomoc a rady při vzniku textu
Ing. R. Kojeckému, Ing. J. Mikšíkovi a J. Sumovi.*

OBSAH:

SLOVO ÚVODEM	4
1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY EVVO	5
Základní pojmy v environmentální problematice	7
Zprávy z médií	9
Kontrolní otázky	10
2. SLUNEČNÍ ENERGIE	11
Získávání a využívání tepelné energie ze slunečního záření	12
Získávání a využívání chemické energie ze slunečního záření	15
Fotovoltaika	16
Zprávy z médií	17
Kontrolní otázky	18
3. GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	19
Získávání elektrické energie z geotermální energie.	19
Získávání tepla pomocí tepelného čerpadla	20
Metoda „horká suchá skála“ (umělé vrty do velkých hloubek)	22
Zprávy z médií	22
Kontrolní otázky	24
4. ENERGIE VODY	25
Využití energie vody v dějinách člověka.	25
Využití vody při výrobě elektrické energie	26
Vodní elektrárny	28
Zprávy z médií	30
Kontrolní otázky	32
5. VĚTRNÁ ENERGIE	33
Využívání větrné energie v dějinách	33
Větrné elektrárny	34
Výběr vhodných lokalit pro větrné elektrárny	37
Názory zastánců a odpůrců větrných elektráren	38
Zprávy z médií	39
Kontrolní otázky	40
6. ENERGIE Z BIOMASY	41
Rostlinná biomasa	41
Odpadní biomasa	42
Využití biomasy jako zdroje tepla	42
Biomasa jako zdroj energie pro dopravní prostředky	43
Biomasa jako zdroj výroby energie	44
Biomasa jako surovina pro průmysl	46
Zprávy z médií	46
Kontrolní otázky	47
7. ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	48
Vznik odpadu	48
Druhy odpadů	48
Nakládání s odpadem	49
Odpadové hospodářství v České republice	51
Dovoz a vývoz odpadů	52
Zprávy z médií	53
Kontrolní otázky	54
8. AKTIVNÍ ÚSPORA ENERGIE	55
Státní koncepce úspor energie	55
Úsporné spotřebiče a osvětlení v domácnosti	56
Energeticky úsporné bydlení	57
Recyklace	58
Kontrolní otázky	59
LITERATURA	60

Milé studentky a studenti,

planeta Země je zatím jediné místo vhodné pro náš život. A jen suverénní člověk, zvyklý nenechávat za sebou tuny odpadků, nedevastovat přírodu a přemýšlet o tom, kolik energie spotřebuje na uspokojení svých nároků, Zemi zachová jako kvalitní životní prostor také pro své děti. Nemusíme dělat zrovna hrdinské činy, a přesto si dokážeme udržet čistý vzduch, vodu, potraviny a energii. Stačí považovat svět za svůj domov a dodržovat jednoduché návyky.

Popudem ke vzniku následujícího textu byl nedostatek jiných materiálů vhodně sumarizujících a prezentujících problematiku environmentální výchovy mladým lidem, kteří stojí na prahu samostatného osobního i profesního života a budou v nejbližší době rozhodovat o tom, jak bude naše životní prostředí v budoucnu vypadat. Tato tištěná skripta jsou součástí komplexních učebních materiálů.

Úvod čtenáře seznamuje s aktuálními trendy environmentální problematiky a s jejich důležitou úlohou v ekonomice i politické sféře. Pět následných kapitol představuje základní alternativní zdroje energie – sluneční, geotermální, větrnou, vodní a energii z biomasy. Kapitoly mají stejnou strukturu: první část připomíná historii využití daného zdroje, pak následuje popis technických zařízení, která z daného zdroje získávají elektrickou, tepelnou či případně další energii. Text obsahuje též připomínky případných vědeckých nebo společenských problémů spojených s využitím obnovitelných zdrojů. K otázkám ochrany životního prostředí rozhodně patří zacházení s odpady a tomu se věnuje předposlední oddíl knihy. Ten závěrečný předkládá některé konkrétní návrhy, jak posílit ekologicky šetrné chování na každodenní praktické úrovni, a to pomocí úspor energie a cíleného snižování produkce odpadů. Všechny kapitoly jsou vybaveny množstvím doprovodných úkolů, které mají studenta vést k aktivní práci s dalšími materiály a zdroji informací. Na konci každého oddílu čtenář najde citace z různých článků, které pomáhají dokreslit živost EVVO. Díky závěrečné sérii kontrolních otázek si může ověřit znalost tématu. A v seznamu literatury nalezne množství odborných knih, v nichž si může své vědomosti výrazně prohloubit.

Vzhledem k dynamice a šíři zkoumané problematiky si autorky nekladou za cíl věnovat se všem tématům příliš podrobně. Materiál má sloužit k tomu, aby si student vytvořil ucelenou představu o environmentální problematice a přijal za svou odpovědnost za stav Země, na které žije.

Autorky

5. VĚTRNÁ ENERGIE

29. srpna 2005 obletěla svět zpráva o přírodní katastrofě, jež postihla pobřeží Mexického zálivu a způsobila spoušť v kolébce jazzu, v New Orleansu. Byl to hurikán Katrina, následně označovaný za největší civilní technickou katastrofu v historii USA. Silný vítr zničil město a přinesl s sebou silný déšť, který způsobil rozsáhlé záplavy zvláště po protržení protipovodňových hrází. Tragedie si vyžádala přibližně 1300 obětí a způsobila miliardové škody.

Kde se vzala ta obrovská síla, která odnášela střechy a lehké stavby, lámala stromy, ohýbala stojany veřejného osvětlení a převracela auta, jako by to byly dětské hračky?

Přestože to zní neuvěřitelně, **energie větru pochází přímo ze Slunce**. To ohřívá nerovnoměrně zemský povrch, tudíž se některé jeho části zahřejí rychleji, jiné pomaleji, což způsobuje rozdíly v tlaku vzduchu. Vzduch o vyšším tlaku se pohybuje do oblastí nižšího tlaku, aby se rozdíly vyrovnaly. Toto proudění vzduchu pak známe jako vítr.

Při snaze o využití jeho síly je důležité znát jak jeho směr, tak i rychlost. V současné době existují přesné měřicí přístroje, ale na některých meteorologických stanicích se rychlost větru ještě donedávna pouze odhadovala pomocí tzv. **Beaufortovy stupnice** účinku větru. Sir Francis Beaufort (1774-1857), anglický admirál, sestavil tuto stupnici roku 1806 zejména pro námořní účely na základě jevů pozorovatelných na širém moři. Později byla tato stupnice doplněna o projevy větru pozorovatelné na pevnině. Jelikož je však vítr na povrchu Země nárazový, měření nebylo příliš přesné. Původně měla stupnice dvanáct stupňů a později byla rozšířena o dalších pět stupňů.

Stupeň	Označení větru a příznaky	Rychlost v m/s
0	Bezvětří: kouř stoupá kolmo vzhůru	0 – 0,2
1	Vánek: směr větru rozpoznatelný jen podle kouře	0,3 – 1,5
2	Slabý vítr: vítr je citelný v obličejí, listy šelestí	1,6 – 3,3
3	Mírný vítr: listy a tenké větve se pohybují	3,4 – 5,4
4	Dostí čerstvý vítr: pohybuje větvemi, zvedá prach	5,5 – 7,9
5	Čerstvý vítr: malé stromy se začínají kývat	8,0 – 10,7
6	Silný vítr: svist drátových vedení	10,8 – 13,8
7	Prudký vítr: citelné brzdění při chůzi	13,9 – 17,1
8	Bouřlivý vítr: láme větve stromů, značně ztěžuje chůzi	17,2 – 20,7
9	Vichřice: menší škody na domech a střechách	20,8 – 24,4
10	Silná vichřice: vyvrácené stromy, značné škody	24,5 – 28,4
11	Mohutná vichřice: rozsáhlé, značné škody	28,5 – 32,6
12	Orkán: těžké zrušení, ničivé účinky	nad 32,7

Beaufortova stupnice síly větru

Využívání větrné energie v dějinách

Již od nepaměti vítr fascinoval člověka svou neuvěřitelnou silou a současně jej vedl k úvahám, jak tuto sílu spoutat nebo alespoň využít.

Po několik tisíciletí se větrná energie užívala **v dopravě** k tomu, aby uvedla do pohybu lodě s plátěnými plachtami, jak je známe z egyptských nástěnných maleb již okolo roku 1300 př. n. l. Na každé takové lodi sloužila k zachycování větru čtvercová plachta, která byla rozvinuta podél centrálního stěžně. Při používání tohoto typu plachty se energie větru účinně využila pouze tehdy, vanul-li od zádi. Teprve až o více než tisíc let později začaly lodi ve Středomoří používat plachty pohyblivé, které dokázaly využít sílu větru i tehdy, když nevanul zezadu.

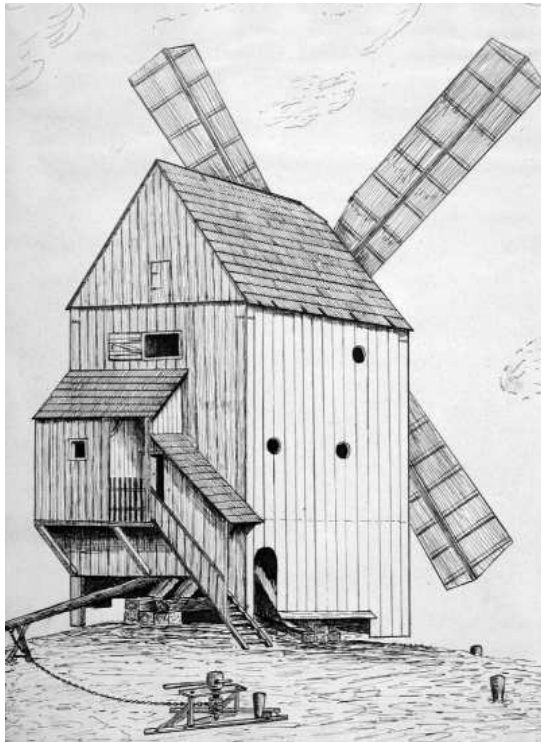
Při říční dopravě čtvercová plachta sloužila pouze jako podpůrný prostředek k pohonu obchodních plavidel splavujících největší řeky. Doklad o takovém využití síly větru poskytuje i nástěnná malba v kostele sv. Klimenta ve staré Boleslavi z konce 11. století.

O využívání síly větru na pevnině existují zprávy z 1. století n. l., kdy [Heron z Alexandrie](#) zaznamenal v té době pravděpodobně historicky první užití **větrného mlýnu**. V Persii jsou

archeologicky doloženy první horizontální mlýny přibližně k době okolo roku 700 n. l. V Evropě se rozšířily typy vertikálních větrných mlýnů. Za jejich pravlast bývá označována severní Evropa.

Za první skutečně spolehlivou zprávu o využití větru k mletí obilí u nás lze považovat zmínku o mlýnu u Strahova v Praze z roku 1277. Typický větrný mlýn této doby byl dřevěný se čtyřmi lopatkami. Aby byla využitelnost větru často měnícího svůj směr co největší, musely být tyto mlýny konstruovány tak, aby se celou svou stavbou mohly otáčet potřebným směrem. Proto spočívaly na silné stojaté ose, kolem které se točily. Takový mlýn bývá označován jako tzv. beraní dřevěný mlýn.

Jiným oblíbeným typem rozšířeným zejména v západní a severozápadní Evropě byl tzv. holandský mlýn. U něj se zvýšené účinnosti dosahovalo tím, že se proti směru větru nenatáčel celý mlýn, nýbrž jen jeho horní část (střecha), na níž bylo lopátkové soustrojí připevněno.



Obr.č.15: Beraní dřevěný mlýn



Obr.č.16: Mlýn holandského typu

Větrné energie se kromě mletí využívalo a využívá také k **čerpání vody a vysoušení půdy**. To je významné zejména v oblastech ohrožených záplavami, jako například v Nizozemí.

Posledních přibližně sto let se používá i k **výrobě energie** pomocí různě výkonných větrných elektráren, tzv. větrníků.

☞ *Zjistěte, zda jsou v blízkosti vašeho bydliště zachované větrné mlýny jako technické památky.*

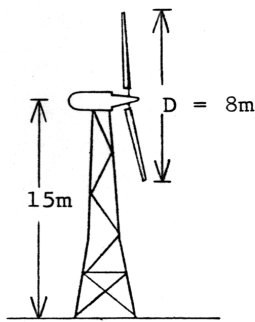
Větrné elektrárny

Větrné elektrárny využívají sílu větru tak, že proudící vzduch předává lopatkám část své kinetické energie a ta se v turbíně (označení pro volnoběžné větrné motory) mění na energii otáčivého pohybu a následně v generátoru na energii elektrickou.

Druhy a rozdělení běžných větrných elektráren

Větrné elektrárny můžeme dělit z mnoha hledisek. Nejběžnější dělení je jednak podle aerodynamického principu a dále podle velikosti a na ní závisícím výkonu větrné elektrárny.

Dělení podle aerodynamického principu



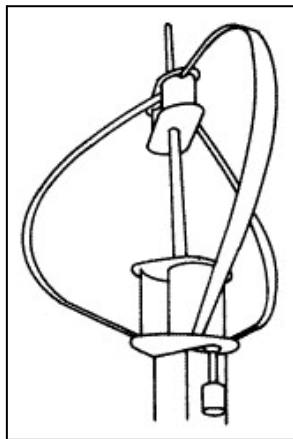
▪ vztlakové s vodorovnou osou otáčení

– je to nejznámější typ větrných elektráren. Jejich listy upevněné na vodorovné ose připomínají vzhledem leteckou vrtuli. Na podobném principu pracovaly již větrné mlýny nebo tak pracují lopatková kola vodních čerpadel. Listy rotoru je třeba natáčet do směru převládajícího větru tak, aby bylo co neoptimálněji dosaženo využití rovnoměrného proudění větru. Má-li být větrné kolo optimálně vystaveno větru, nesmí v jeho blízkosti stát nic, co by mohlo proudění zpomalit nebo dokonce bránit. Navíc rychlost větru stoupá s výškou nad povrchem země, proto je třeba umístit rotor s lopatkami na sloupy, jež dosahují výšky i více než 70 metrů.

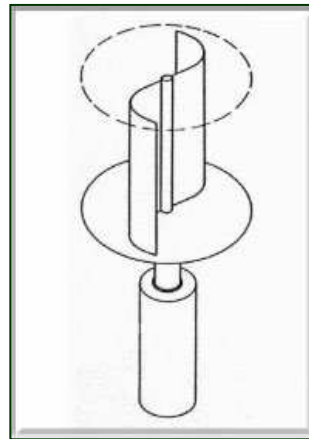
Obr. č. 17: Větrná elektrárna s vodorovnou osou otáčení

▪ se svislou osou otáčení

– jsou charakteristické svislou osou otáčení a pracují na odporovém principu (typ Savonius) nebo na vztlakovém principu (typ Darrieus). Výhodou těchto elektráren je, že mohou dosahovat vyšší rychlosti otáčení a tím také vyšší účinnosti. Navíc není třeba je natáčet do směru převládajícího větru. Širšímu uplatnění v praxi brání skutečnost, že mechanické části zařízení jsou vystaveny většímu namáhání, což značně snižuje jejich životnost. Další nevýhodou je i malá výška rotoru nad terénem, tj. i menší rychlost větru.



Obr.č.18: Typ Darrieus



Obr.č.19: Typ Savonius

Dělení podle výkonu větrné elektrárny

Co do velikosti a výkonu je možné rozdělit větrné elektrárny do čtyř základních skupin:

- **mikroelektrárny** – jsou určeny pro napájení jednotlivých zařízení a nedodávají energii do sítě; jejich výkon je obvykle do 1 kW
- **malé elektrárny** – slouží k napájení velkých zařízení nebo stavení a obvykle nedodávají energii do sítě; jejich výkon je do 15 kW
- **středně velké elektrárny** – napájí několik stavení a obvykle dodávají energii do elektrické sítě; jejich výkon je do 100 kW
- **velké elektrárny** – jsou určeny pro napájení vesnic a měst a vždy dodávají energii do sítě; jejich výkon dosahuje stovky kW až jednotky MW

Mikroelektrárny

Tyto typy elektráren jsou vhodné pro osobní použití nebo instalaci v malých firmách. Využívají se nejčastěji jako alternativní zdroj k napájení malých spotřebičů (světla, televize, chladničky) a slouží pro nabíjení akumulátorů (např. pro lodní palubní systémy nebo pro vysílačky, malá topení, počítače apod.). Mikroelektrárny s malými výkony se používají například také k napájení osvětlení reklamních panelů podél dálnic, dopravních značek, měřičů teploty, hodin apod.

Větrné mikroelektrárny se skládají ze čtyř hlavních mechanických částí (rotoru s listy, generátoru nebo alternátoru, stabilizačního a natáčecího ocasu a upevňovacího podstavce/tyče) a tří elektrických částí (řídící jednotky, invertorů a akumulátorů/baterií)

Malé elektrárny

Výkony těchto zařízení již dokážou pokrýt spotřebu elektrické energie velké chaty nebo obvyklého, dobře zatepleného rodinného domku.

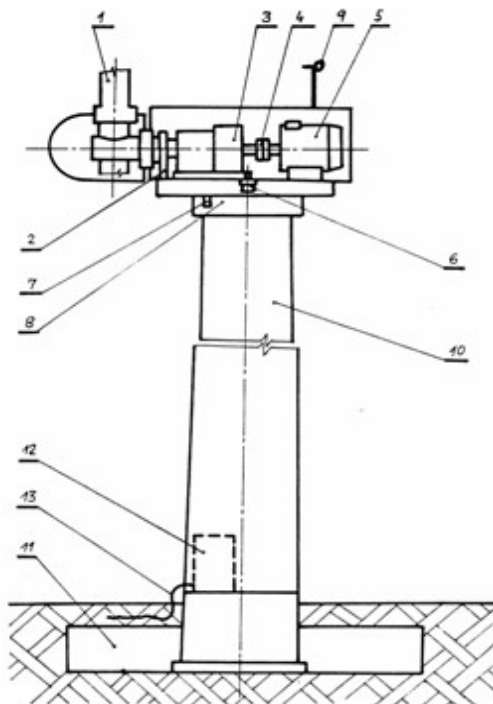
Z pohledu konstrukce mohou malé větrné elektrárny vypadat jako větší mikroelektrárny nebo jako zmenšeniny středních a velkých elektráren.

Střední a velké elektrárny

Jsou již určeny k dodávce elektřiny do veřejné sítě. Většina těchto elektráren má konstantní otáčky. Některé typy mají i dvě rychlosti otáčení, případně proměnné otáčky podle aktuální rychlosti větru.

Většina velkých elektráren má průměr rotoru 40 – 80 m a věž o výšce více než 80 metrů. Staví se i elektrárny mnohem vyšší. V roce 2002 bylo instalováno jedno takové zařízení úctyhodných rozměrů u německého Magdeburku. Délka listu je 52 m, věž má výšku 120 m a generátor této elektrárny má výkon 4,5 MW. Podobné mohutné projekty mají za cíl snížit náklady na výrobu energie a maximálně využít vhodnou lokalitu. Ze stejného důvodu se na příhodných místech větrné elektrárny sdružují a vytvářejí skupiny obvykle pěti až třiceti elektráren, tzv. větrných farem či větrných parků.

Struktura střední a velké větrné elektrárny je obdobná. Rozdíl bývá pouze ve velikosti jednotlivých mechanických částí a pak také v provedení strojovny samotné věže, která se nazývá gondola. Velké elektrárny mívají v duté věži schody či výtah, aby byl umožněn přístup do strojovny elektrárny pro případ potřeby oprav a údržby.



Části elektrárny tvoří:

1. rotor s rotorovou hlavicí
2. brzda rotoru
3. planetová převodovka
4. spojka
5. generátor
6. servopohon natáčení strojovny
7. brzda točny strojovny
8. ložisko točny strojovny
9. čidla rychlosti a směru větru
10. několicadílná věž elektrárny
11. betonový základ
12. elektrorozvaděče silnoprúdeho a řídícího obvodu
13. elektrická přípojka

Obr. č. 20: Stavba větrné elektrárny.

Rotor

Typy rotorů s horizontální osou rotace:

- **vrtule** – je rychloběžný typ větrného motoru s počtem listů od jednoho do čtyř. Moderní elektrárny mají obvykle tři listy, byly však vyvinuty i typy s jedním nebo dvěma listy. Při stejném průměru rotoru v podstatě platí nepřímá závislost počtu listů a frekvence otáčení, což znamená, že čím je více listů, tím jsou pomalejší otáčky.
- **lopatkové kolo** – je pomaloběžný větrný motor. Používá se pro výrobu elektrické energie a hlavně k čerpání vody. Počet lopatek se pohybuje ideálně od dvanácti do dvaceti čtyř, může jich však být méně. Běžný průměr lopatkového kola je 5 až 8 m.

Typy rotorů s vertikální osou rotace:

- **Darrieův rotor** – skládá se ze dvou nebo více listů, které rotují kolem vertikální osy. Křídla během rotace mohou tvořit kuželovitou, válcovitou, parabolickou nebo kulovou plochu. Používá se pro výrobu stejnosměrného i střídavého proudu.
- **Savoniův rotor** – skládá se ze dvou ploch půlválců, kterou jsou vzájemně předsazeny. Používá se pro výrobu stejnosměrného proudu a k čerpání vody.

Převodovka - zvyšuje mírně rychlost otáček a převádí krouticí moment na nízkootáčkový generátor.

Generátor - slouží k přeměně kinetické energie větru na elektrickou energii. Dělí se na:

- **stejnosměrné** – používají se pro mikroelektrárny, které produkují stejnosměrné napětí 12 nebo 24 V
- **asynchronní** – produkují střídavý proud a napětí a jsou připojitelné k síti
- **synchrónní** – elektrárny vybavené těmito generátory mohou pracovat i nezávisle na energii dodávané z rozvodné sítě, proto se používají jako záložní zdroj elektrické energie v případě přerušení dodávek; jsou vhodné s pro střední a velké větrné elektrárny

Výběr vhodných lokalit pro větrné elektrárny

Snaha o využívání větru v posledních desetiletích masově narůstá. V příznivých lokalitách jsou zakládány rozsáhlé větrné parky zásobující elektrickou energií veřejnou síť, ale i jednotlivé větrné elektrárny s lokálním využitím. Při výběru místa určeného ke stavbě větrné elektrárny je třeba vzít v úvahu základní požadavky:

- **Dostatečná rychlost a četnost větru** - Česká republika vzhledem ke své vnitrozemské poloze nemá příliš mnoho vhodných lokalit k výstavbě většího počtu větrných elektráren. Moderní větrná turbína potřebuje ke svému efektivnímu provozu rychlost větru vyšší než 10 m/s a právě z tohoto důvodu se jeví situace u nás pro větrné elektrárny nepříznivě.

Ústav fyziky atmosféry Akademie věd sestavil tzv. **větrnou mapu** České republiky, kde pomocí přesného měření zaznamenal průměrnou sílu větru i jeho směr a pravidelnost větrného proudění. Na základě získaných údajů jsou nejpříznivější lokality u nás v pohraničním pásmu severní části Krušných hor, v Jeseníkách a na Vysočině.

- **Nepřítomnost překážek**, které by mohly bránit rovnoměrnému proudění vzduchu a způsobovat turbulence. Jedná se zejména o rozličné porosty, jednotlivé stromy, budovy či zástavbu.
- **Nadmořská výška**, jež souvisí s hustotou vzduchu. V řídkém vzduchu je rychlost proudění větru vyšší.
- **Dostupnost lokality** - řídké obydlené pohraniční hory obvykle tento požadavek nesplňují. Většinou nejsou dostupné pro těžké mechanismy, které jsou důležité pro výstavbu a montáž elektrárny. Budování vhodných komunikací by podstatně zvýšilo náklady na stavbu větrníků.
- **Vzdálenost od přípojky vysokého nebo velmi vysokého napětí** s dostatečnou kapacitou, což je nezbytné k tomu, aby elektřina získaná z jednotlivých větrníků byla dodávána do veřejné sítě.
- **Vzdálenost od obydlí** je důležitá, aby mohlo být minimalizováno rušení obyvatel hlukem. Při činnosti větrných elektráren totiž vznikají dva druhy hluků. Jedním je **mechanický** a druhým **aerodynamický hluk**. Zdrojem mechanického hluku je samotná činnost strojovny zařízení.

Tento hluk se dá do určité míry omezit konstrukčními úpravami. Aerodynamický hluk vzniká při obtékání listů vrtule, gondoly a dřívku stavby proudícím vzduchem a je zdrojem infrazvuků. **Infrazvuk** je zvuk o nízkém kmitočtu a lidské ucho jej nemůže zaznamenat. Nicméně při malých intenzitách člověk zaznamenává nepříjemné vibrace, nevolnost až závratě. Vnímavý jedinec pocítuje tlak v uších, známý jako pocit zalehnutí, či tlak na citlivé oblasti pokožky, jako např. obličej nebo hřbet ruky. Vysoká intenzita může přivodit velké zdravotní potíže, z nichž nejzávažnější může být infarkt.

- **Míra zásahu do krajinného rázu** nemůže být podceňena, neboť například siluety obřích větrných elektráren na hřebenech hraničních hor by pravděpodobně malebnosti krajiny nepřidaly.
- **Míra zásahu do okolní přírody** se týká zejména přímého vlivu výstavby a činnosti větrníků na podmínky života rostlin a živočichů. Diskutovaná je možnost srážky letících ptáků s rychle se otáčejícími listy rotoru. Některá zvířata se dorozumívají infrazvukem a uměle vznikající infrazvuk způsobený obtékáním vzduchu kolem otáčejících se listů rotoru může jejich komunikaci výrazně narušit. V poslední době se též poukazuje na možný škodlivý vliv větrných elektráren umístěných v plynkách vodách moří, které negativně působí svým infrazvukem a chvěním na kytovce.
- **Majetkoprávní vztahy** k pozemkům, postoj místních úřadů, vlastnictví či dlouhodobý pronájem pozemků jsou dalšími ovlivňujícími faktory.



Popište, jak by měla vypadat ideální lokalita pro výstavbu větrné elektrárny. Kde byste u nás taková místa hledali?

Co jsou to větrné farmy? Zjistěte, zda jsou na našem území.

Vyhledejte příklady alespoň tří větrných farem v zahraničí. Čím vás zaujaly?

Zjistěte, kde se nachází nejbližší větrná elektrárna ve vašem regionu.

Názory zastánců a odpůrců větrné energie

Zásoby fosilních paliv, jako jsou uhlí, ropa a zemní plyn, nejsou neomezené. Vzhledem ke zvyšující se energetické potřebě rozvinutých společností se jejich rezervy velmi rychle vyčerpávají. Využití síly větru jako alternativního zdroje energie se proto v současné době dostává stále více do popředí zájmu vědců i široké veřejnosti.

Velkou výhodou větrné energie je, že je nevyčerpatelná a je zdarma. Samotná její výroba neuvolňuje žádné skleníkové plyny ani jiné škodlivé látky do ovzduší. Pro stavbu větrných elektráren hovoří i další fakta:

- provoz větrných elektráren je bezpečný z toho pohledu, že v případě havárie nehrozí zamoření prostředí, jako je tomu např. u jaderné elektrárny;
- výstavba větrných elektráren blízko míst spotřeby energie znamená snížení závislosti na velkých zdrojích elektřiny (jaderné a tepelné elektrárny), což snižuje riziko výpadku v případě havárií rozvodné sítě;
- větrné elektrárny nahrazují část kapacity tepelných elektráren, jejichž doly hrubě narušují krajinu;
- díky stále se zlepšujícím technologiím umožňujícím efektivní ukládání elektrické energie z větrných elektráren se zvyšuje jejich výhodnost vzhledem ke stále rostoucím cenám neobnovitelných zdrojů.

Při objektivním hodnocení předností větrných elektráren je třeba také zvážit argumenty, které připomínají úskalí výroby elektřiny ve větrných elektrárnách:

- větrné elektrárny mají oproti tepelným, jaderným nebo vodním elektrárnám poměrně malý výkon; větrná farma o celkovém výkonu 1 000 MW (což odpovídá jednomu bloku temelínské elektrárny) by zabrala rozlohu 35 tisíc metrů čtverečních;
- vítr není spolehlivý zdroj energie, neboť souvisí s proměnlivostí počasí, tzn. v případě malé nebo nulové rychlosti větru musí být připraveny záložní zdroje, které výpadek vyrovnají;
- námraza odletující z větrných elektráren může ohrožovat život či majetek;

- při velké rychlosti větru může dojít k celkové destrukci větrné elektrárny;
- vysoké stavby větrných elektráren mohou narušit nebo omezit provoz vojenských radiolokátorů, které jsou součástí protivzdušné obrany ČR;
- větrné elektrárny mají vliv na změnu rázu krajiny;
- větrné elektrárny mají neblahý vliv na okolní přírodu a jsou životu nebezpečné zejména protahujícím ptákům.

ZPRÁVY Z MÉDIÍ

Důležitou hodnotou svědčící naopak pro větrné elektrárny jsou takzvané externality, čili náklady vyjadřující například poškození životního prostředí a zdraví obyvatel při výstavbě, těžbě a dopravě paliva a provozu energetického zdroje. Tyto náklady byly vyčísleny v rámci rozsáhlého projektu Evropské komise nazvaného ExternE. U větrníků dosahují tyto náklady hodnoty 0,15 eurocentů na vyrobenou kilowatthodinu, následují vodní a jaderné elektrárny s 0,4 centy/kWh, sluneční elektrárny s 0,6 centy/kWh a bezkonkurenčně nejvyšších externích nákladů dosahují uhelné elektrárny – 4 centy/kWh.

<http://neviditelnypes.lidovky.cz> ze dne 13. února 2006, převzato 8. 7. 2008

Větrné elektrárny vyrábějí čistou energii bez exhalací, radioaktivních odpadů a krajiny devastované povrchovými uhelnými doly. Pomohou snížit české emise oxidu uhličitého, ve kterých patříme k evropským rekordmanům.

Nebavíme se o zanedbatelných maličkostech. Větrné elektrárny, jež u nás reálně lze postavit do roku 2010, by snížily roční exhalace oxidu uhličitého o množství, které vypustí půl milionu osobních aut. Přitom Česká republika s 12 tunami na obyvatele a rok patří k zemím s nejvyššími emisemi v Evropě. Tento skleníkový plyn je hlavní příčinou globálních změn podnebí. Vědci se shodují, že budou mít za následek stále častější extrémní výkyvy počasí – vlny horka a sucha, přívalové deště a povodně či vichřice. Povedou ke zvednutí mořské hladiny a zatopení hustě osídlených pobřežních oblastí zejména v chudých zemích.

<http://www.hnutduha.cz/vitr/cista.php>, převzato 8. 7. 2008

Množství elektřiny vyrobené ve větrných elektrárnách v České republice láme rekordy. Podle statistických dat zveřejněných Energetickým regulačním úřadem se za první čtvrtletí letošního roku množství elektřiny vyrobené ve větrných elektrárnách v České republice meziročně zvýšilo o 115 procent. Od ledna do konce března letošního roku vyrobily větrné elektrárny v ČR 77 GWh, zatímco v loňském roce to bylo ve stejném období pouhých 35 GWh.

Tak výrazné zvýšení výroby umožnil zejména rychlý rozvoj technologií v oboru využití větrné energie. Přinesl jak zvýšení instalovaného výkonu elektráren, tak jejich vyšší účinnost.

<http://www.csve.cz>, převzato 8. 7. 2008

Ledy z větrné elektrárny straší Jihlavsko. Mohou i zabít.

Hrozivě velké kusy ledu padají z vrtulí větrné elektrárny. Vrtule totiž namrzají a z nich prý poté při roztočení velkou rychlostí odlétávají i několik desítek centimetrů velké kusy ledu. [...]

Pan Josef z Třeště denně jezdí domů okolo zdejších elektráren. Nedávno měl ale při své cestě obrovské štěstí. Před auto mu spadl 20centimetrový kus ledu. [...]

Podle odborníků námraza z vrtulí může letět až 300kilometrovou rychlostí. Strach o své zdraví mají i další lidé z Pavlova.

<http://www.nova.cz/zpravy> ze dne 3. 1. 2008, převzato 8. 7. 2008, zkráceno

Kraj Vysočina je dalším regionem v Česku, který začal bojovat s investory, kteří chtějí stavět větrné elektrárny. [...]

Především kvůli krajině u obce Blatnice nedaleko zámku v Jaroměřicích nad Rokytnou kraj nesouhlasí s výstavbou osmi 150 metrů vysokých větrných elektráren, které zde chtěla vybudovat firma s rakouským kapitálem.

www.aktualne.cz ze dne 10. 6. 2008, převzato 8. 7. 2008, zkráceno

Z pohledu ekonomického, ale i ekologického, je zajímavým údajem takzvaný life cycle energy ratio, tedy poměr vyjadřující množství energie, které daný zdroj vyrobí, k celkovému množství energie, která se spotřebuje při jeho výrobě, výstavbě, získávání paliva, provozu a údržbě. Vyjádříme-li tento poměr v procentech, zjistíme, že jaderná elektrárna spotřebuje v tomto smyslu 1,7% energie, které vyrobí, vodní 2%, uhelná 3,5%, větrná 8,3% a sluneční dokonce 9,4%.

<http://neviditelnypes.lidovky.cz> ze dne 13. února 2006, převzato 8. 7. 2008

Nejen lidé trpí provozem větrných elektráren. Ještě více trpí zvířectvo žijící v okolí. To je důvod, proč by se elektrárny neměly stavět například na trasách stěhování tažných ptáků. Přesto podle studie Americké asociace pro větrnou energii rozsekají ročně tamní větrníky 30 tisíc ptáků. Řeklo by se, že na celé Spojené státy to není mnoho. Novinář a ekolog Ivan Brezina v jednom ze svých článků porovnal toto číslo s počtem ptáků, kteří zahynuli u španělského pobřeží v důsledku havárie ropného tankeru Prestige. Tehdy zahynulo 80 tisíc ptáků a havárie byla označována za jednu z největších ekologických katastrof v historii lidstva. Americké větrníky zabijí stejné množství ptáků za necelé tři roky.

<http://neviditelnypes.lidovky.cz> ze dne 13. února 2006, převzato 8. 7. 2008



KONTROLNÍ OTÁZKY A NÁMĚTY K ZAMYŠLENÍ

1. Jak vzniká vítr?
2. K čemu slouží Beaufortova stupnice a kdo byl Sir F. Beaufort?
3. Jak byla a je větrná energie využívána v dopravě?
4. Na jakém principu pracují větrné mlýny? Jaký je rozdíl mezi tzv. beraním mlýnem a mlýnem holandského typu?
5. Jak dělíme větrné elektrárny podle aerodynamického principu? Vysvětlete rozdíl mezi jednotlivými typy.
6. Jaký je rozdíl mezi vrtulí a lopatkovým kolem?
7. Jak dělíme větrné elektrárny podle výkonu?
8. K jakému využití jsou vhodné jednotlivé elektrárny rozlišené podle výkonu?
9. Vysvětlete funkci rotoru, převodovky a generátoru. Znáte nebo odhadnete úlohu některých dalších částí větrné elektrárny?
10. Z čeho se skládají mikroelektrárny? Jaké jsou zde rozdíly vzhledem ke složení velké větrné elektrárny? (Použij schéma - viz výše.)
11. Proč musí být dodržena určitá minimální vzdálenost větrné elektrárny od lidských obydlí?
12. Co je to infrazvuk?
13. Jak působí činnost větrné elektrárny na zvířata žijící v jejich okolí? Vyhledejte na internetu alespoň dva konkrétní příklady.
14. Jmenujte alespoň pět argumentů pro stavbu větrných elektráren.
15. Jmenujte alespoň pět argumentů proti stavbě větrných elektráren.

