

Energie větru



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

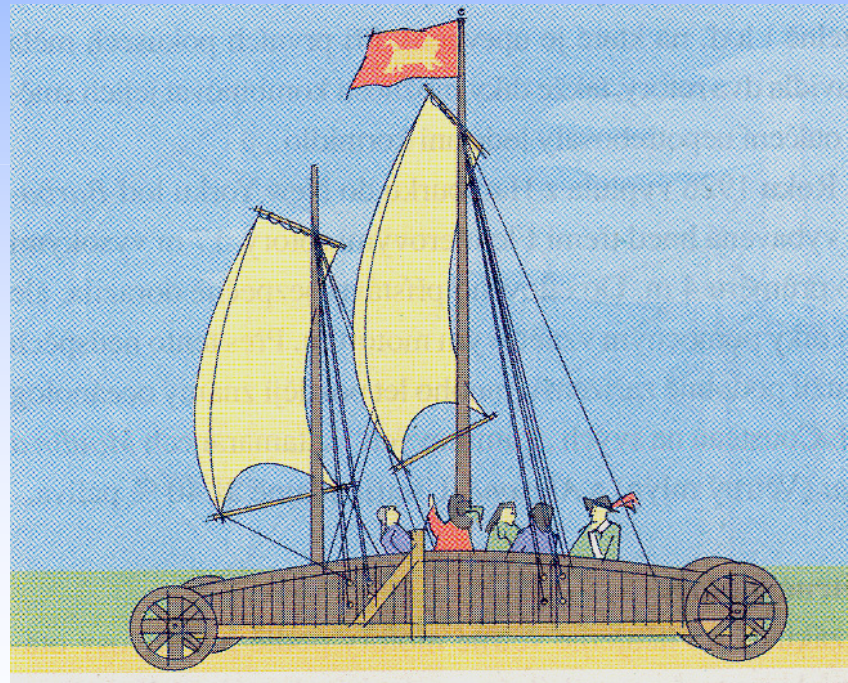
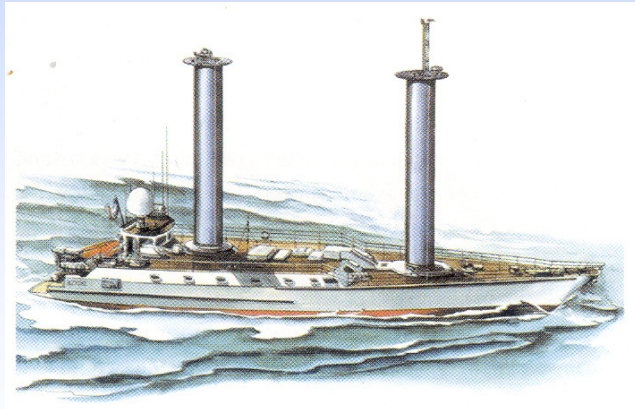
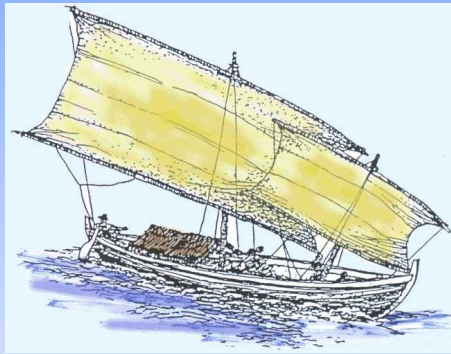


**ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.**

Energie větru

Vzduch proudící v přírodě, jehož směr a rychlost se obvykle neustále mění. **Příčiny:**

- rotace země,
- sluneční energie.



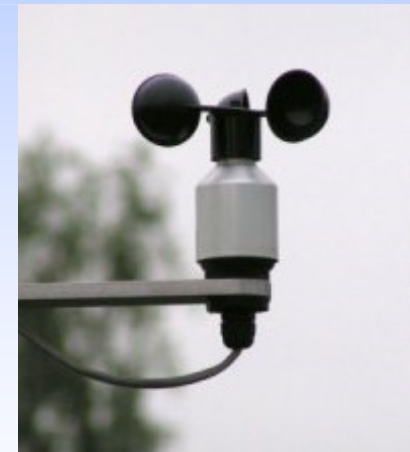
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Energie větru

- Využitelný výkon větru asi **3 TW**
– třetina současné světové spotřeby
- Výkon závislý na rychlosti a síle větru

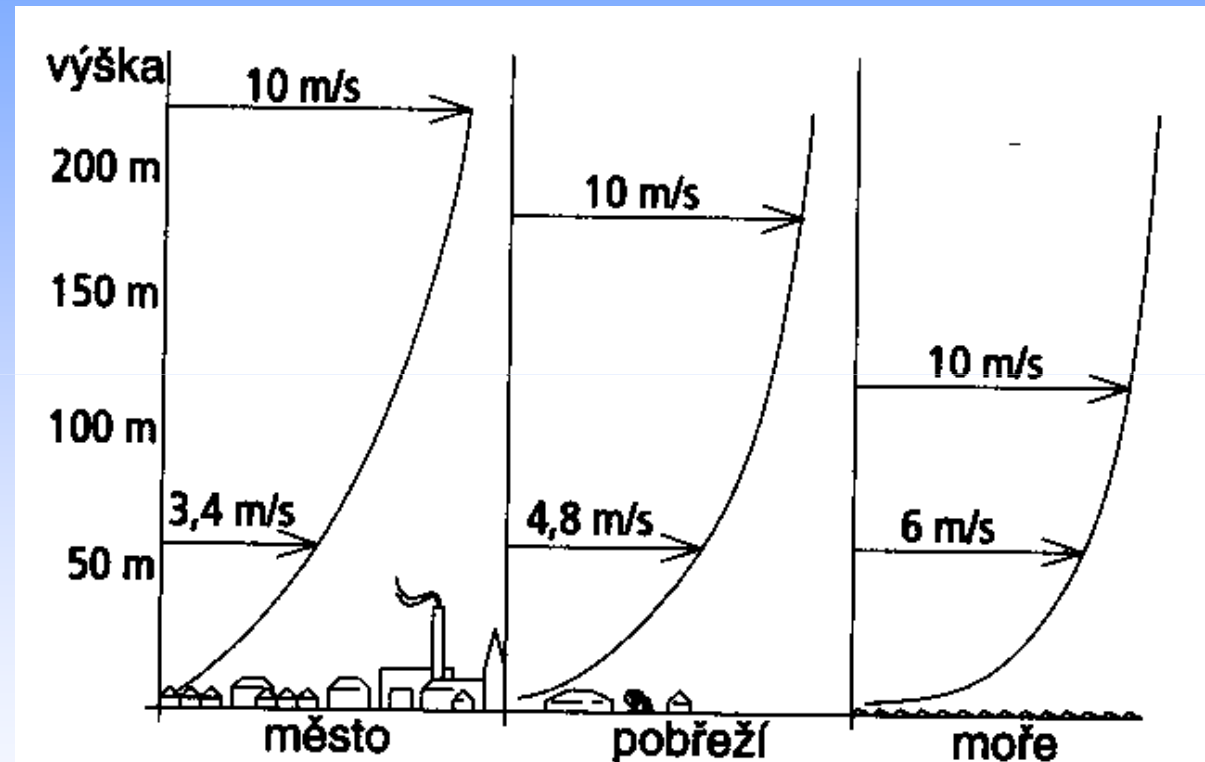
Anemometr

- 10 metrů nad zemí
- měsíční průměrné hodnoty



Energie větru

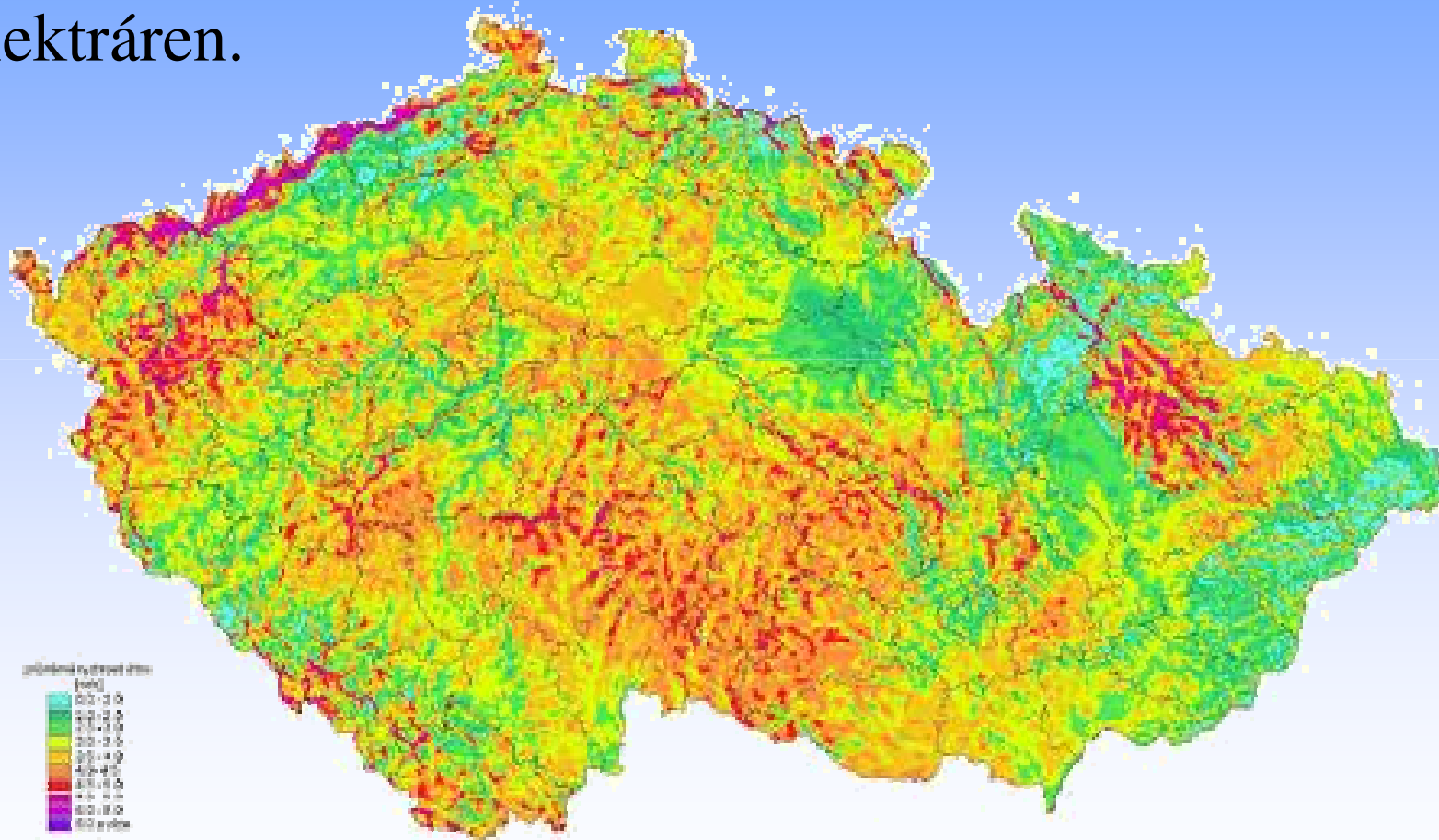
Rychlost větru
závisí na krajině a
zástavbě.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Průměrné roční rychlosti větru

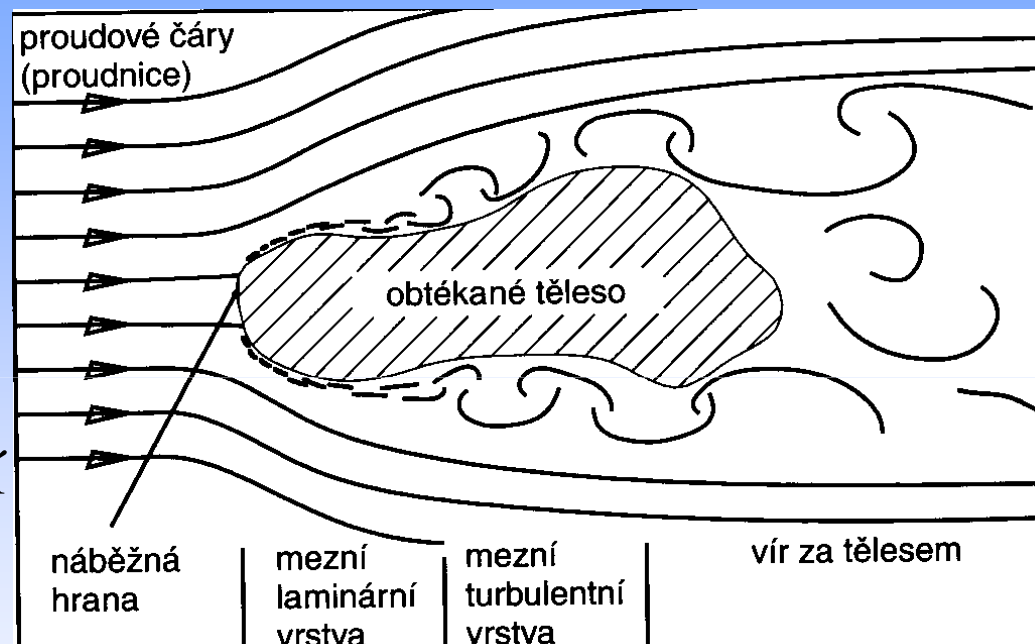
Pouze 1,6 % území je vhodné pro stavbu větrných elektráren.



Proudění vzduchu

Laminárního proudění -
vrstvy s rozdílnou rychlostí
proudění vzájemně paralelně
posouvají bez tvoření vírů.

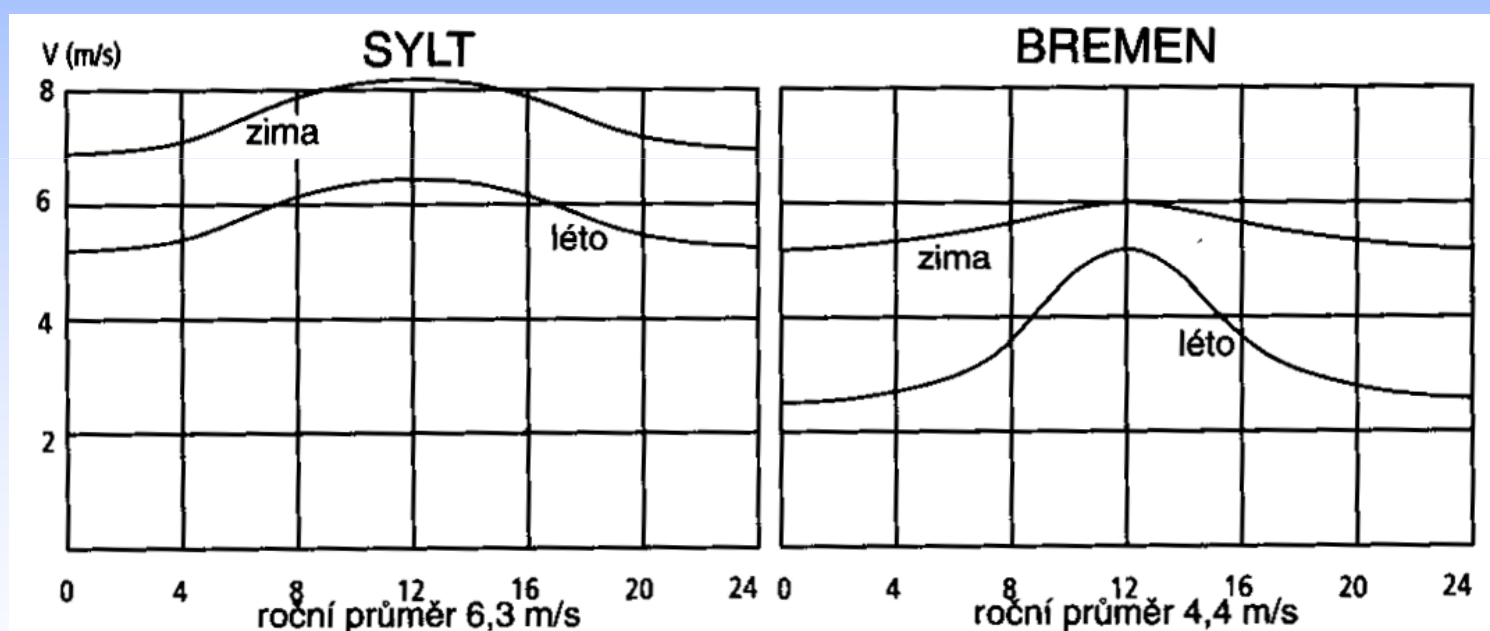
Turbulentního proudění -
přidává také různě silné víření
směřující napříč nebo proti
směru hlavního proudění.



Větrná turbína pracující na aerodynamickém vztlaku má být co
nejméně vystavena turbulentnímu proudění.

Kolísání větru podle ročních období

- V zimě je energetický obsah větru vyšší než v létě



Výkon větru

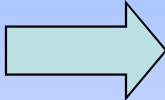
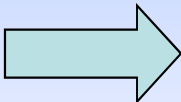
- Teoretický výkon nelze převést na 100% využitelnou energii
- Teoretický výkon před a za rotorem
- 60% - lopatky ideálně projektované pro danou oblast
- 40% - realita
- Generátor převede asi 80% na el. energii

účinnost 0,29

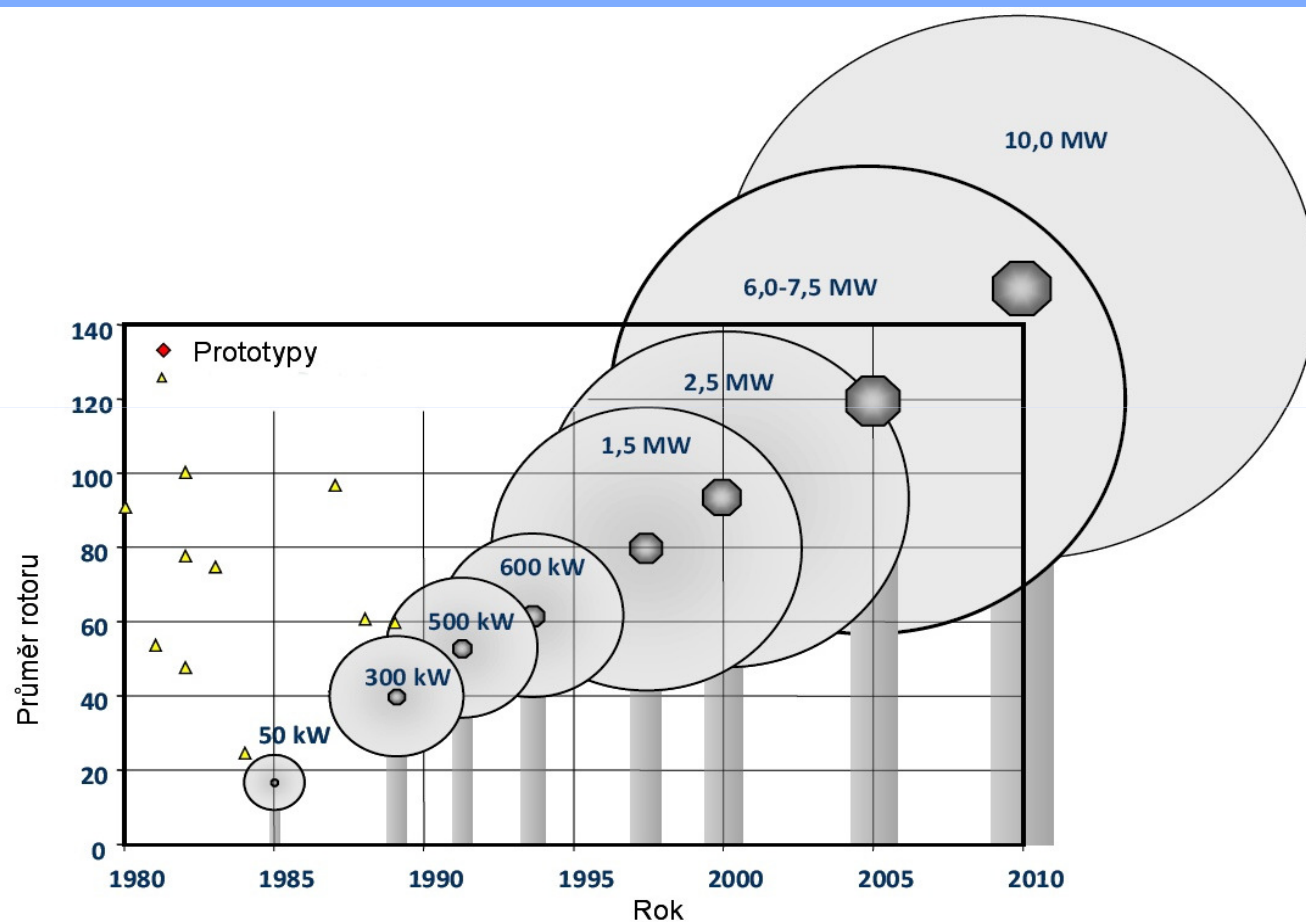
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Výkon větru

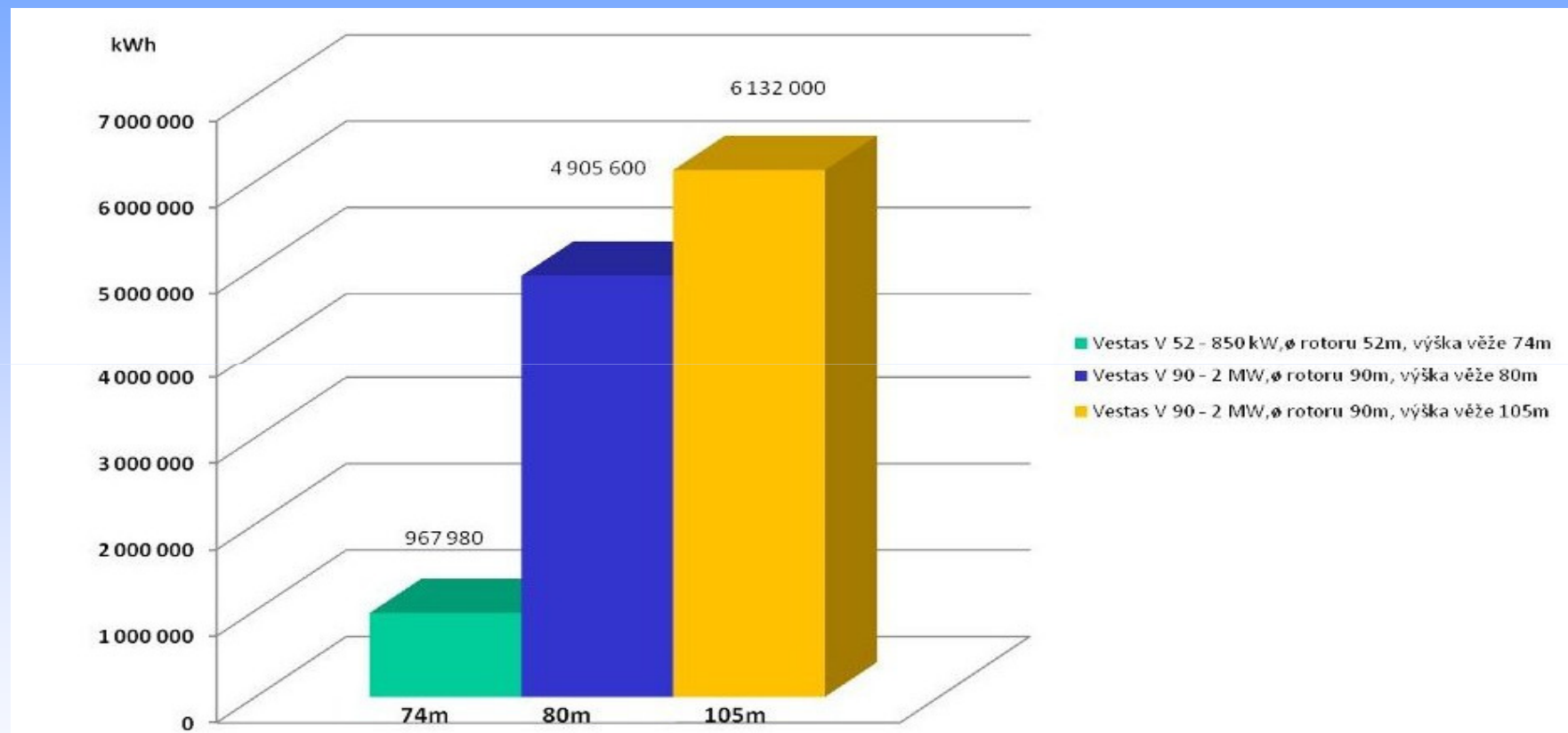
- Závislý na druhé mocnině průměru rotoru
- **Větší průměr**  sbírá energii větru z větší plochy
- **Vyšší stožáry**  vynese rotor do oblasti vyšších rychlostí

Výkon větru



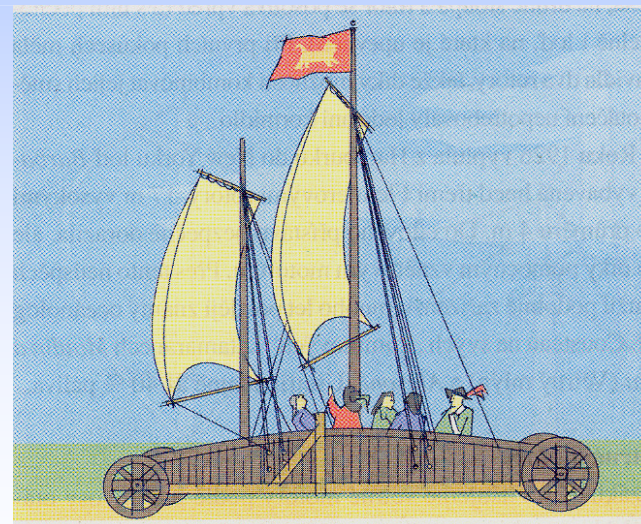
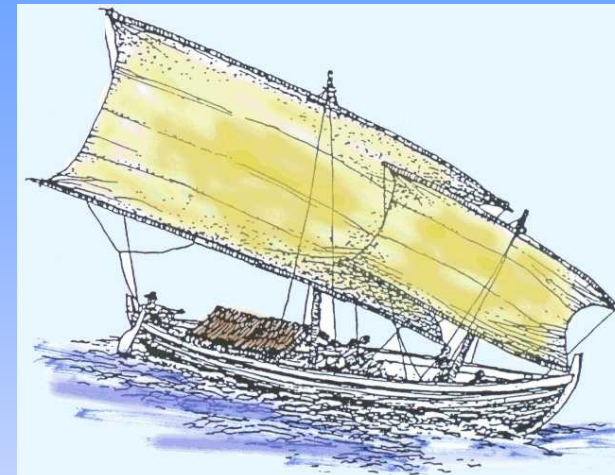
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Výkon větru



Historie

- **Plachty**
 - Egypt (před 5000 lety)
 - největší rozvoj v 19. století
 - rozvoj ukončil parní stroj a průmyslová revoluce



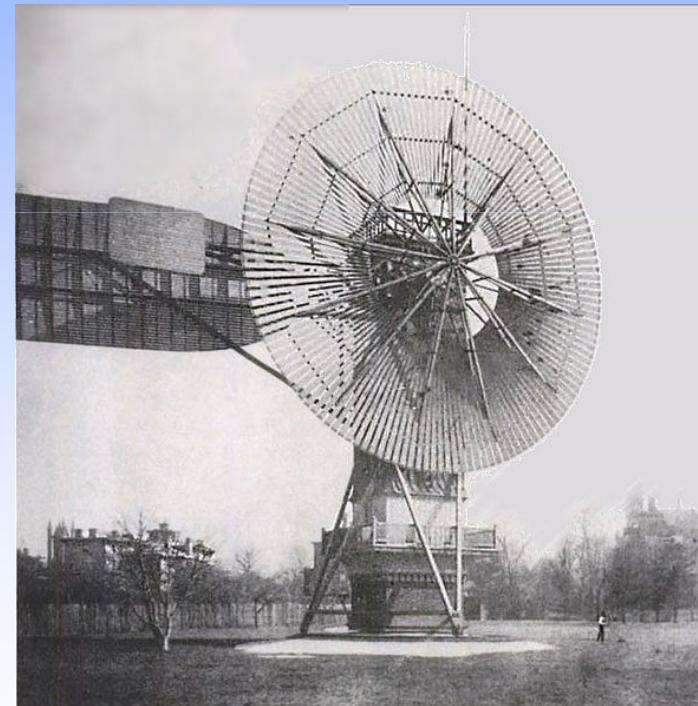
Větrné mlýny a první elektrárny

- První větrné motory k čerpání vody a mletí obilí
 - Čína a Egypt
- Dřevěné a holandské mlýny
- 1277 první větrný mlýn na území Čech, Moravy a Slezka



První elektrárny

- **1888 Charles Brush**
 - první automatická větrná turbína napojená na generátor el. proudu
 - Cleveland
 - rotor – 17m
 - 144 lopatek
 - výkon 12 kW



První elektrárny

- Evropa
 - **1891 Poul la Coure**
 - Dánsko (Askov)



První elektrárny

- **Česká republika**

- konec 80. a začátek 90. let 20. století
- Výkony: 75 kW, 315 kW, 630 kW (1993)
- Poslední postavena v roce 1996
 - *Poruchovost*
 - *Nezkušenost*
 - *Nedostatek financí*
 - *Nízká výkupní cena elektrické energie*

Větrné elektrárny v ČR

- **1277** první větrný mlýn (Praha)
- **40.léta 19. století**
 - 890 větrných mlýnů
- **70. – 80. léta 20. století**
 - výstavba velkých větrných elektráren
 - 75 kW
 - 315 kW

Větrné elektrárny

Přeměňují energii větru na elektrickou energii.

- **Off-grid** systémy slouží pro lokální zásobování elektřinou.
- **On-grid** systémy zapojené do rozvodné sítě.

Regulace výkonu v závislosti na rychlosti větru.

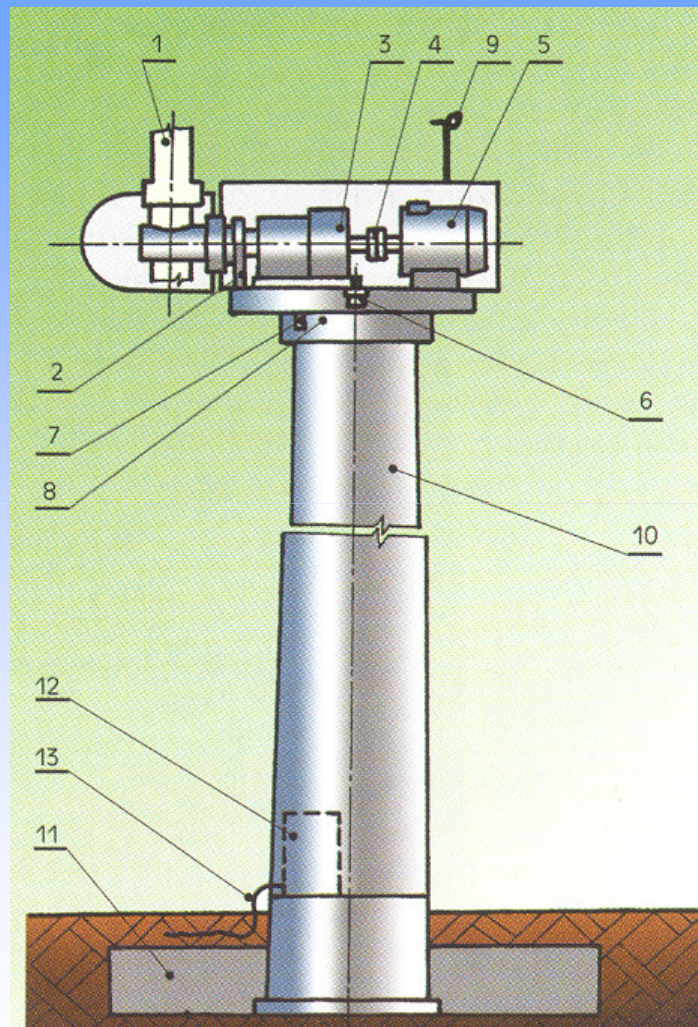
- **Stall regulace** - systém s pevně nastavitelnými listy s autoregulací výkonu.
- **Pitch regulace** - využívá natáčení celého listu rotoru podle okamžité rychlosti větru, aby byl náběh proudu v daném okamžiku optimální.

Rozdělení turbín

- Podle osy otáčení:
- S **vodorovnou** osou otáčení
- Se **svislou** osou otáčení



Turbíny s vodorovnou osou otáčení



Pracují na vztakovém principu -
vítr obtéká lopatky.

- 1 – rotor s rotorovou hlavicí
- 2 – brzda rotoru
- 3 - převodovka
- 4 – spojka
- 5 – generátor
- 6 – šrotopohon natáčecí stroje
- 7 – brzda točny stroje
- 8 – ložisko točny stroje
- 9 – čidlo rychlosti a směru větru
- 10- několikadílná věž (stožár, sloup) elektrárny
- 11 – betonový základ
- 12 – elektrorozvaděč silnoproudého a řídicího obvodu
- 13 – elektrická přípojka

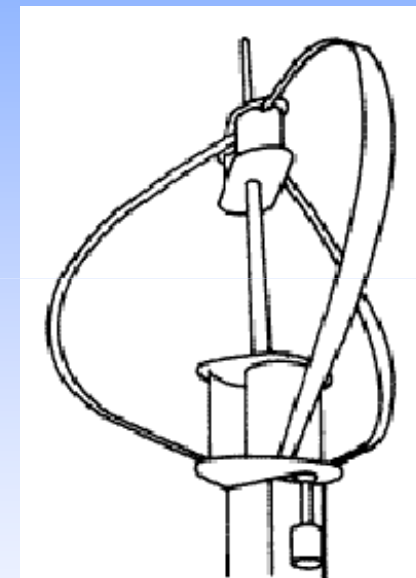
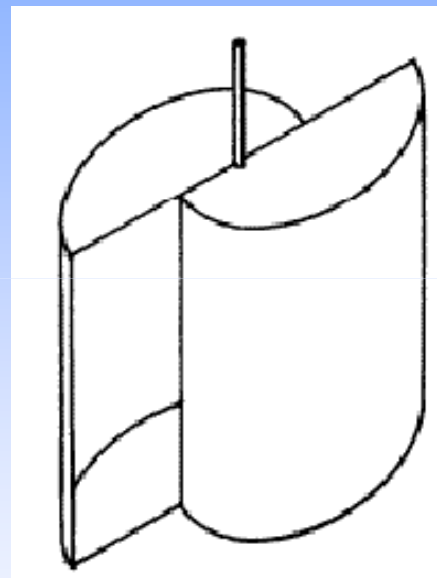
Turbíny se svislou osou otáčení

Některé pracují na odporovém principu.

Výhodou elektráren se svislou osou pracujících na vztlakovém principu:

- vyšší rychlosti otáčení,
- vyšší účinnosti,
- není třeba je natáčet do směru větru.

V praxi se příliš neuplatnily – velké namáhání.



Savoniova a Darreiova turbína

Rozdělení turbín

- **S převodovkou**
 - Zajišťuje převod nízké rychlosti rotoru na mnohem vyšší rotační rychlost generátorů
- **Bezpřevodkové**
 - nižší počet strojních částí
 - žádné spojovací prvky
 - zjednoduší se údržba

Kategorie větrných elektráren

- **Malé**

- výkon do 60 kW
- průměr vrtulí do 16 m
- **Mikrozdroje (2-2,5 kW)**

- Dobíjení baterií

- Napájení komunikačních systémů, radiových a televizních přijmačů, ledniček, zdroj energie pro radiostanice a navigační systémy na jachtách

- **2,5-10 kW**

- Vytápění domů, ohřev vody

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



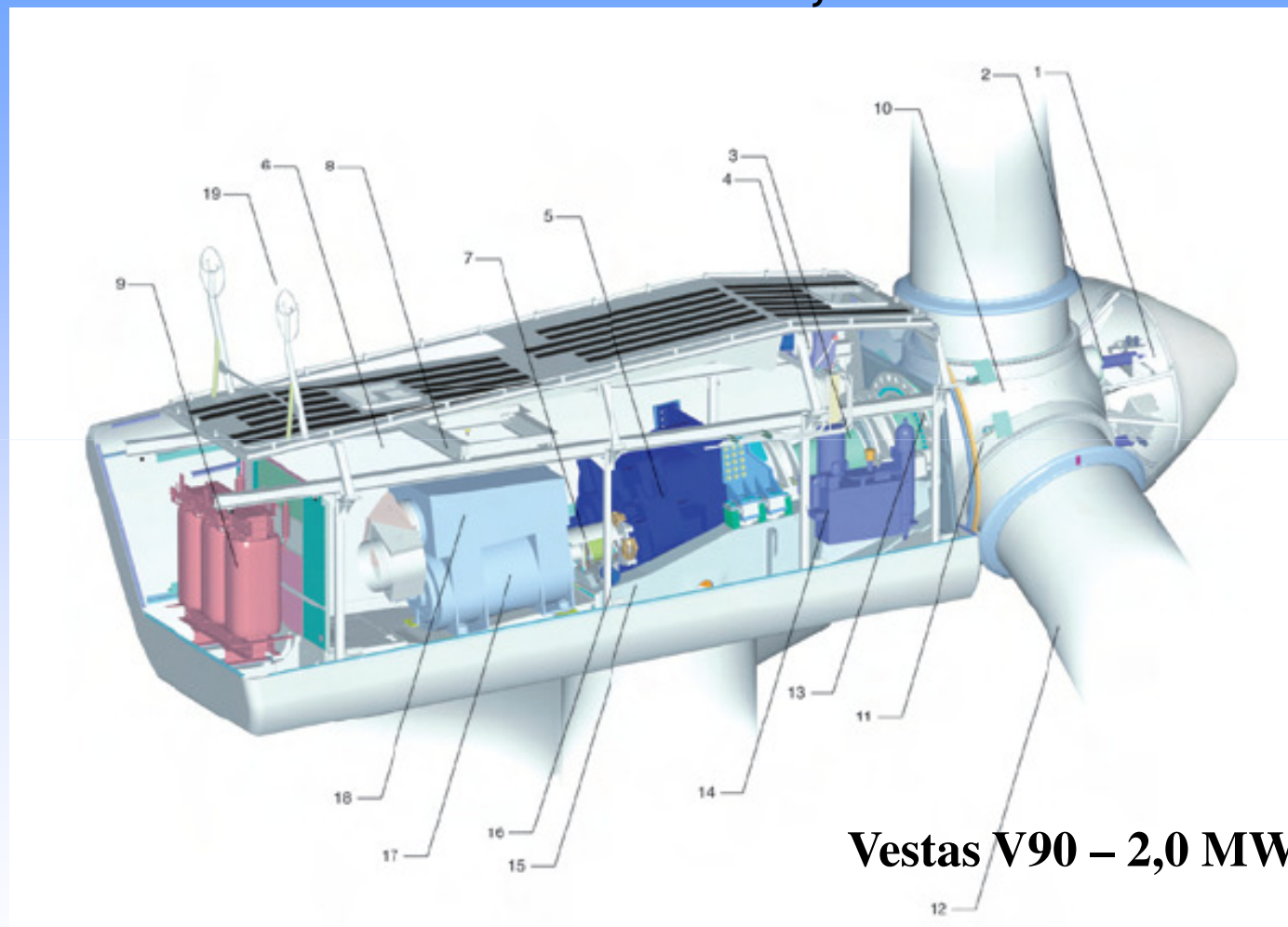
ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

Kategorie větrných elektráren

- Střední
- Velké

Větrné elektrárny								
malé			střední			velké		
vrtule		výkon do kW	vrtule		výkon do kW	vrtule		výkon do kW
průměr [m]	plocha [m ²]		průměr [m]	plocha [m ²]		průměr [m]	plocha [m ²]	
≤ 8	≤ 50	10	16,1–22	200,1–400	130	45,1–64	1600,1–3200	1500
8,1–11	50,1–100	25	22,1–32	400,1–800	310	64,1–90	3200,1–6400	3100
11,1–16	100,1–200	60	32,1–45	800,1–1600	750	90,1–128	6400,1–12800	6400

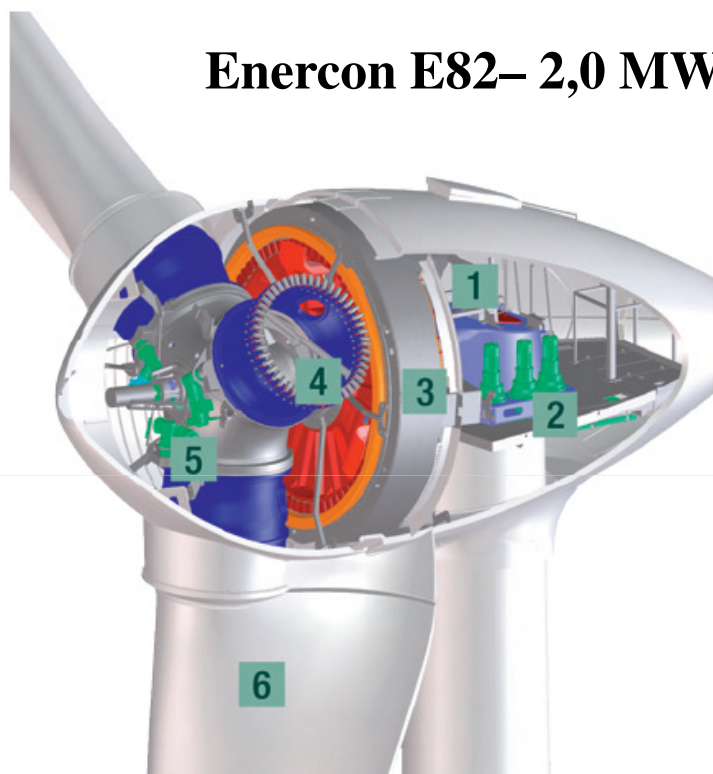
Větrná elektrárna s převodovkou Vestas V90-2,0 MW



Vestas V90 – 2,0 MW

Větrná bezpřevodovková elektrárna

Enercon E82– 2,0 MW



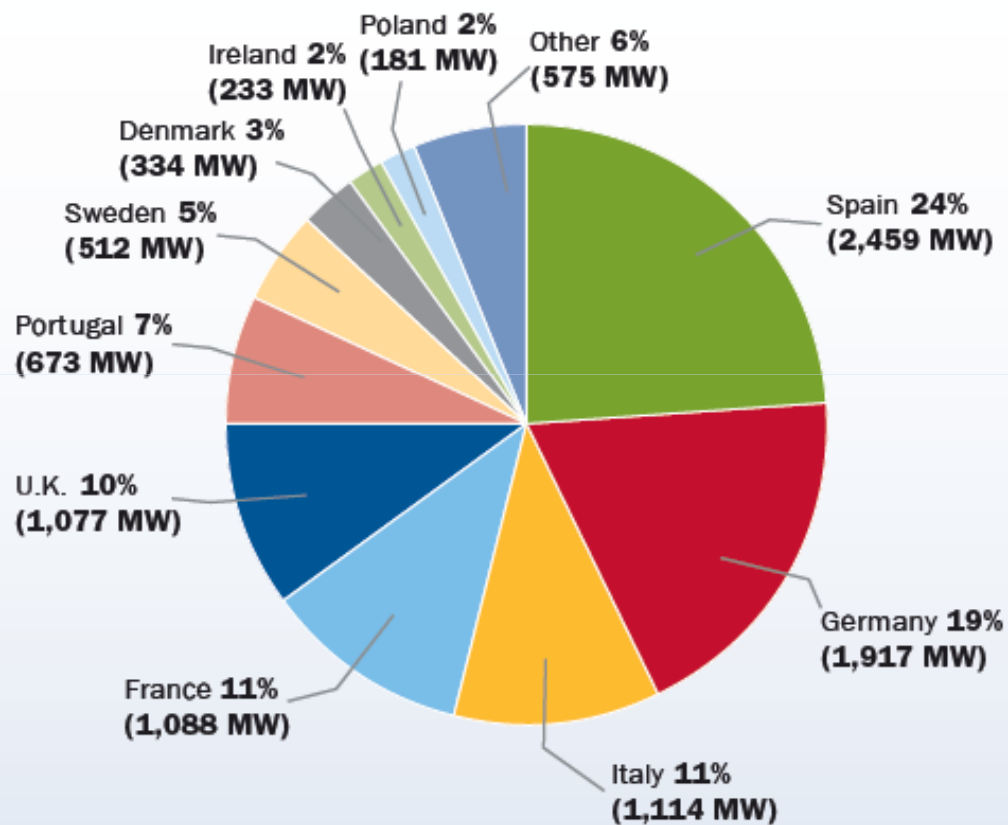
- | | |
|-------------------------------|-----------------|
| 1. Nosič strojovny | 5. Hlava rotoru |
| 2. Motor pro natáčení gondoly | 6. List rotoru |
| 3. Generátor | |
| 4. Adaptér pro natáčení listu | |

Jmenovitý výkon	2000 kW
Jmenovitá rychlost větru	12,0 m.s ⁻¹
Zapojovací rychlost větru	2,0 m.s ⁻¹
Odpojovací rychlost větru	22,0-28,0 m.s ⁻¹
Průměr rotoru	82,0 m
Plocha rotoru	5281 m ²
Počet listů rotoru	3
Počet otáček rotoru	6–19,5 ot/min
Hmota včetně náby	37,2 t
Hmota gondoly (bez rotoru)	67,5 t
Generátor	synchronní, prstencový
Počet otáček generátoru	6 – 19,5 ot/min
Napětí	400 V
Regulace výkonu	„pitch“
Regulace otáček	aktivní naklápěním listů vrtule
Hlavní brzdový systém	nastavení listů
Vedlejší brzdový systém	nastavení listů
Natáčení gondoly	6 elektrických motorů
Výšky věží:	
kónická ocelová	70,0 m
kónická ocelová	78,0 m
kónická betonová	98,0 m
kónická betonová	108,0 m

Větrná energie v Evropě

Statistika EWEA (únor 2010)

- 2009 v EU výkon 10,163 MW.
- Nárůst proti 2008 o 23 %.
- Celkově v Evropě 76,152 MW



Podíl států na instalovaném výkonu v Evropě

Větrné elektrárny vČR

Očekávané pokrytí spotřeby větrnou energií je 1 – 2 %

Počáteční problémy:

- špatná příprava projektů,
- špatný odhad větrného potenciálu
- nezkušenost výrobců turbín,
- nedořešené majetkové záležitosti

Nárůst instalovaného výkonu
započal až v roce 2002.

Lokalita	Počet turbín	Celkový instalovaný výkon [MW]	Rok uvedení do provozu
Kryštofovy Hamry	21	42	2007
Horní Loděnice	9	18	2009
Nová Ves v Horách	7	13,35	2003
Podmilevská výšina	3	7,5	2006
Rusová ^[2]	3	7,5	2006
Nově Město - Vrch Tří pánů	3	6	2006
Pchery	2	6	2008
Pavlov	4	5,7	2006
Anenská Studánka	5	5,25	2006
Žipotín	4	5,2	2006

10 větrných elektráren v ČR

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Jak mohu využít energie větru

V místech bez přípojky elektrické energie (chata, zahradní domek):

- osvětlení,
- čerpání vody ze studny,
- ohřev vody,
- napájení rádia a TV notebooku, telefonu pračky i chladničky.



mikroelektrárna Air Breeze

Technické parametry:

Průměr vrtule: **1,17 m**

Hmotnost: **5,9 kg**

Průměr stojanu: **48 mm**

Inicializační rychlost větru: **2,68 m/s**

Napětí: **12 nebo 24 VDC** (v závislosti na typu)

Jmenovitý výkon: **200 W při 12,5 m/s**

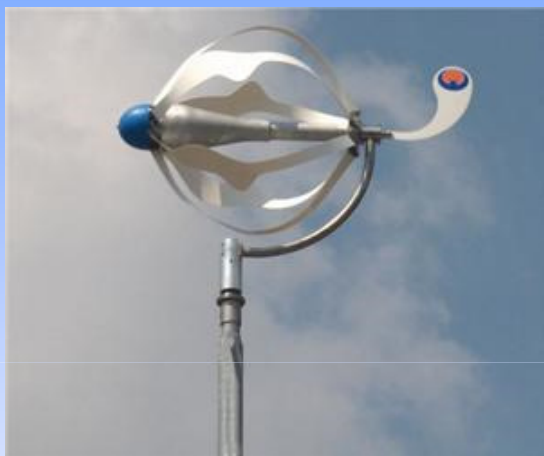
Kilowathodiny/měsíc: **38 kWh/měsíc při 5,4m/s**

Max. rychlost větru: **49,2 m/s**

Mikroprocesorem řízený interní regulátor

Mikroelektrárny s vertikální osou

Určené speciálně pro osídlené plochy a městské prostředí.



Energy Ball

Technické parametry:

Stanovený výkon (rychlost větru 10 m/s): **100 W**

Maximální výkon při rychlosti větru 17 m/s: **500 W**

Rozběhová rychlost větru: **2 m/s**

Maximální rychlost větru: **40 m/s**

Průměr rotoru: **1,1 m**

Povrch rotoru: **1 m²**

Výška zařízení Energy Ball V100: **1,3 m**

Převodník: **230 V**

Minimální životnost zařízení: **25 let**



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

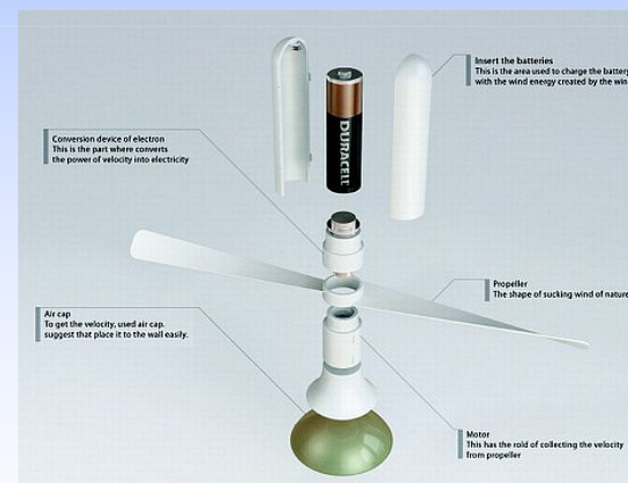
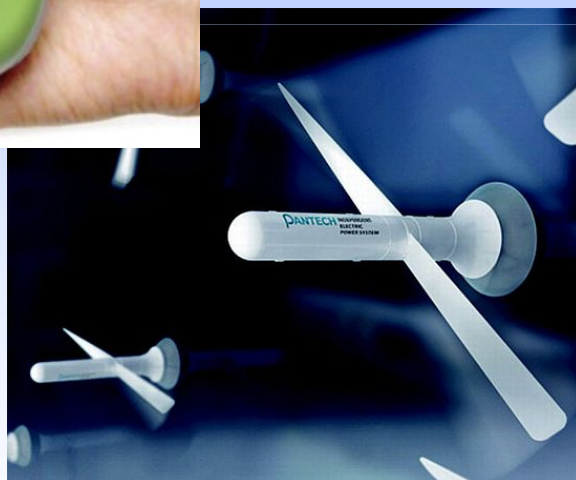
Gadgets

Zajímavá drobná zařízení pro využití v domácnosti



Větrný generátor HYmini - universální
Nabíječka pro drobné spotřebiče.
Minimální požadovaná rychlost větru 4 m/s.

Fetboot - přenosná
nabíječka baterií pro
přichycení na okno.



Zdroje:

Kolektiv: Velká kniha o energii. L.A.Consulting Agency, 2001

Horst Crome: Technika využití energie větru. HEL, 2002

Uwe Hallenga: Malá větrná elektrárna. HEL, 2006

www.csve.cz

www.ewea.org

http://pandatron.cz/?777&mala_vetrna_elektrarna_-_zdroj_nevycerpatelne_energie

<http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/mala-vetrna-elektrarna-v-praxi-kolik-vydela.aspx>

<http://tech.uk.msn.com/features/photos.aspx?cp-documentid=152923053&page=6>

<http://www.ecofriend.org/entry/eco-gadgets-febot-portable-wind-powered-battery-charger-needs-more-space/>

<http://windy-future.info/tag/large-wind-turbines/>



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.