

# ENERGIJA VETRA U SVETU

*dr Anica Milošević*

Pocetak XXI veka obeležen je intenzivnim porastom potrošnje svih vidova energije u svetu, a naročito fosilnih goriva, nagoveštavajući da bi ona uskoro mogla biti potpuno iscrpena. To je dovelo do nastavka rasta cena nafte, gasa i drugih energenata, koji je započeo u zadnjoj deceniji XX veka, ali i do globalne zabrinutosti za buduće izvore energije i razvoj čovečanstva.

Druga karakteristika ovog perioda je nastavak povećanja koncentracije štetnih gasova u atmosferi (prvenstveno CO<sub>2</sub>), kao posledice intenzivnog korišćenja fosilnih goriva, uprkos opšte prihvaćenom sporazumu o smanjenju emisije – Kjoto protokolu iz 1997. god. Ova dva trenda, konstantan rast potrošnje i cena i intenziviranje posledica efekata staklene bašte, uz ograničenje ili zabranu korišćenja atomske energije, navele su razvijene zemlje, a pre svega zemlje Evropske unije, da se na samom kraju XX veka okrenu širem korišćenju obnovljivih izvora energije.

Obnovljive energije važne su i zbog poboljšanja sigurnosti energetske snabdevanja i smanjenja zavisnosti zajednice na uvozne energetske izvore. A koliko je teška situacija, konačno, najbolje govori informacija da će se svet uskoro morati suočiti sa nestašicom konvencionalnih energenata, a istraživanja pokazuju da će Evropska unija uskoro uvoziti 70 odsto energetske potrebe, dok će spoljna zavisnost posebno visoka biti u naftnom sektoru u kome će 95% energetske potrebe morati da se uvozi.

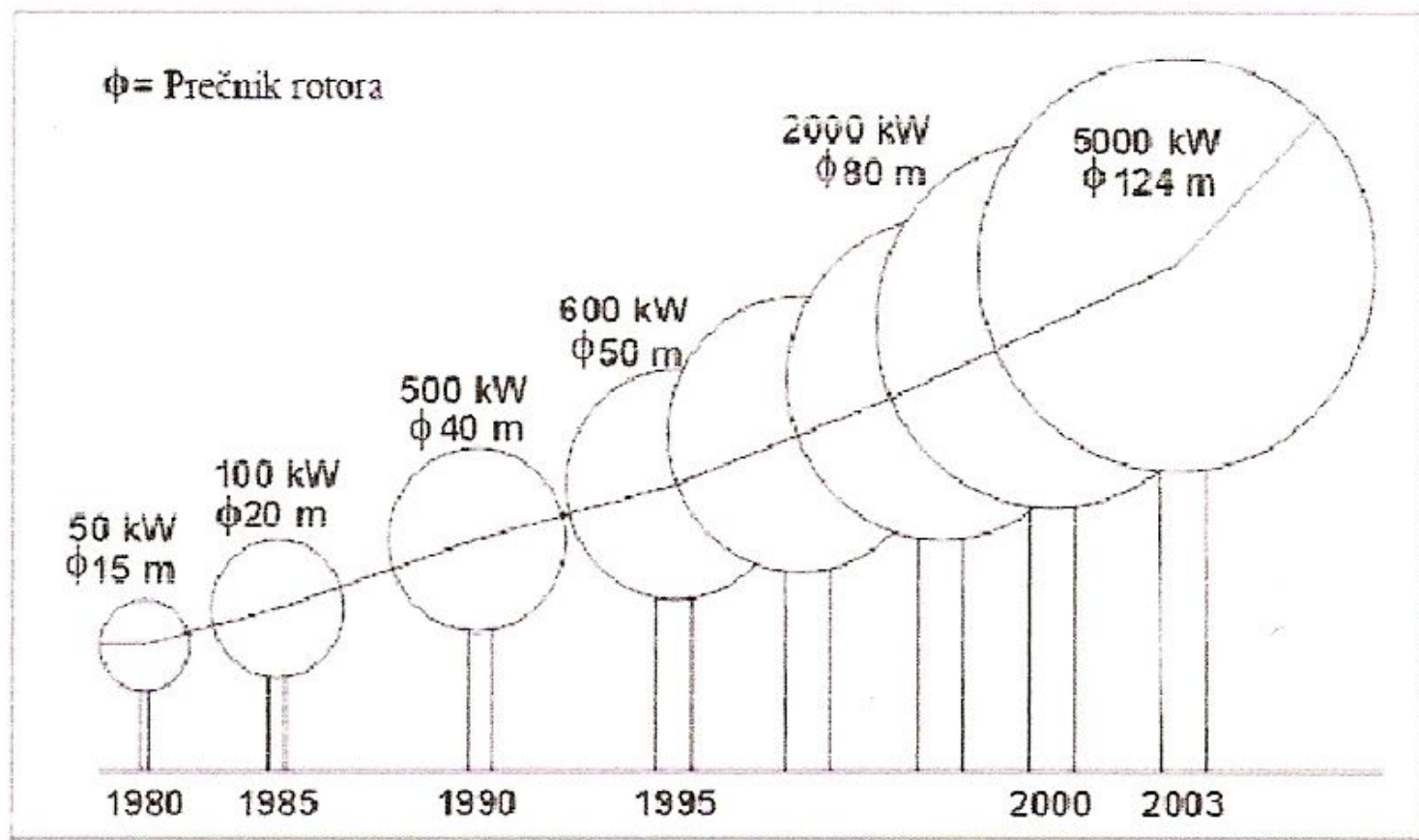
Pre više od pet hiljada godina, Egipćani su koristili vetar za pokretanje brodova na reci Nil. Kasnije su napravljeni mlinovi za mlevenje pšenice i drugog zrnevlja. Najstariji poznati su u Persiji ( Iranu ). Ti mlinovi su imali lopatice koje su izgledale kao velika okrugla vesla. Persijanci su koristili energiju vetra i za pumpanje vode.



Više vekova kasnije Holanđani su poboljšali osnovnu konstrukciju vetrenjača, uvodeći krila u obliku elise i koristeći na njima zategnuto platno. Oni su koristili vetrenjače za mlevenje i ispumpavanje vode pri osvajanju zemlje niže od nivoa mora.

Kolonisti u Americi su koristili vetrenjače za mlevenje žita, za vađenje vode iz dubokih bunara, ali i za sečenje drva u strugarama. Oko 1920. Amerikanci koriste male vetrenjače i kao generatore električne struje. U isto vreme se na Krimu, na obali Crnog mora, podiže prvi višekilovatni vetrogenerator u Evropi. Sporadična korišćenja vetrenjača, za razne namene, nastavljaju se sve do velike energetske krize, sedamdesetih godina prošlog veka. Tada je svest o nedostatku nafte promenila energetske sliku sveta i naglo povećala interes za alternativne energetske izvore. To otvara put ponovog ulaska, na velika vrata, vetrenjača kao generatora električne energije.

Od 1980. godine vetroenergetika je snažno napredovala, tako da danas imamo vetroturbine od 1.0 do 2.5 MW sa prečnikom rotora od 50 do 90 metara. Na slici prikazan je razvoj tehnologije vetroturbina.



*Razvoj tehnologije vetroturbina*

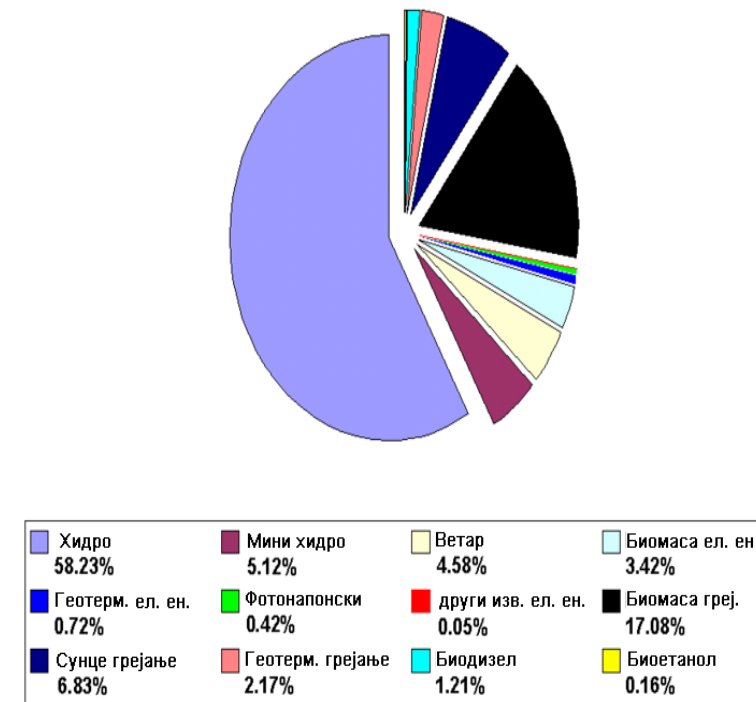
Sva energija na Zemlji potiče primarno iz tri izvora:

1. Sunčeva energija potiče od zračenja sunca. Ono nastaje kao posledica termonuklearne reakcije unutar sunca koje se ka Zemlji prenosi kao čitav spektar elektromagnetnog zračenja;
2. Raspad izotopa teških elemenata, nuklearna fisija;
3. Kretanje planeta – gravitaciona energija, koja se na zemlji manifestuje kroz energiju plime i oseke.

Sunčeva energija je prisutna i indirektno, kroz više vidova energije:

1. hidroenergija, pod kojom se obično podrazumeva samo energija reka;
2. eolska energija ili energija vetra potiče od kinetičke energije vazдушnih masa;
3. energija talasa;
4. toplotna energija hidrosfere;
5. energija biosfere, tj. energija biomase, biogasa, biogasa.

Обновљиви извори у свету 2005



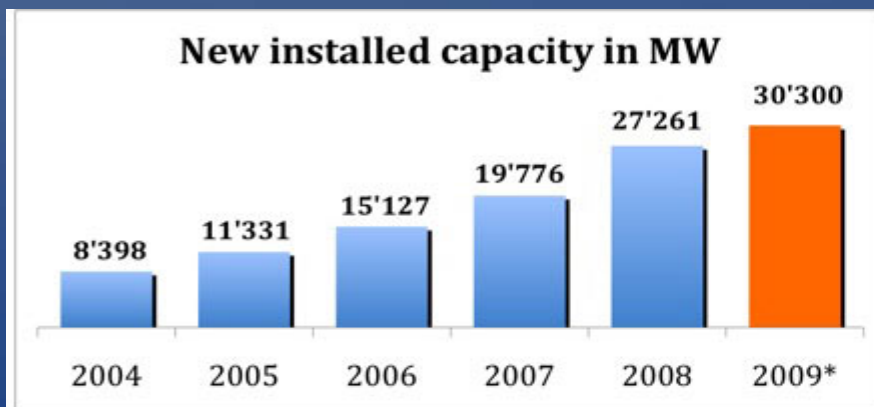
Vetar je horizontalno strujanje vazdušnih masa nastalo usled razlike temperature, odnosno prostorne razlike u vazдушnom pritisku. Vetar je posledica Sunčevog zračenja, tj. energija vetra je transformisani oblik sunčeve energije, a na njegove karakterisitke u velikoj meri utiču i geografski činoci.

Vetar je jedan od osnovnih parametara koji se mere na meteorološkim stanicama širom zemlje. Merenja vetra i podaci o njemu ne mogu se direktno koristiti za detaljnu procenu eolske energije, već samo za globalnu. Po ispitivanjima koja je izvršio RHMZ, naša zemlja se ubraja u područja sa znatnim energetske potencijalom.

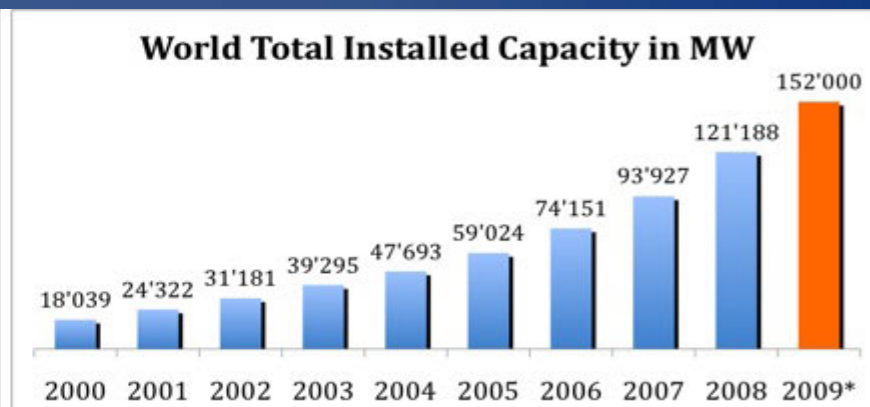
Na vetroenergetski potencijal u nekoj tački bitno utiču tri odredišta:

1. U makroskali, geografski položaj ;
2. U mezoskali, konfiguracija terena ;
3. U mikroskali, rastinje i druge lokalne prepreke vazдушnom strujanju.

Prema podacima Svetske asocijacije energije vetra-World Wind Energy Association (WWEA), u ovoj godini očekuje se rast tržišta energije vetra za dvostruku vrednost. Prema podacima za prvi kvartal ove godine(2009.), podaci su dostupni za 80% svetskog tržišta, zabeleženo je 5374 MW instaliranih novih kapaciteta, odnosno 23% povećanja u odnosu na prethodnu godinu. WWEA predviđa instalisanje ukupnih kapaciteta od 152 000 MW širom Sveta do kraja tekuće godine, što će značiti novi rekord od preko 30 000 MW instaliranih kapaciteta u toku jedne godine! Ovo predstavlja rast od 25% u odnosu na prethodnu godinu. Podaci su prikazani na dijagramima:



© World Wind Energy Association



© World Wind Energy Association

San Gorgonio Pass  
vetroelektrana je jedna od  
najvećih u Kaliforniji, i  
generiše 615MW struje i  
sastoji se od 3218 turbina.

Mepl Ridž je najveća  
vetroelektrana u Njujorku, i  
locirana je u ruralnom delu  
okruga Luis. Radi od  
2006.godine i proizvodi  
skoro 75% od ukupne  
energije Njujorka  
proizvedene od energije  
vetra.





Trenutni nosilac titule za najveću priobalnu vetroelektranu na svetu je počela sa radom 2008.godine blizu obale Linkolnšajra u Engleskoj.



## IZBOR LOKACIJE

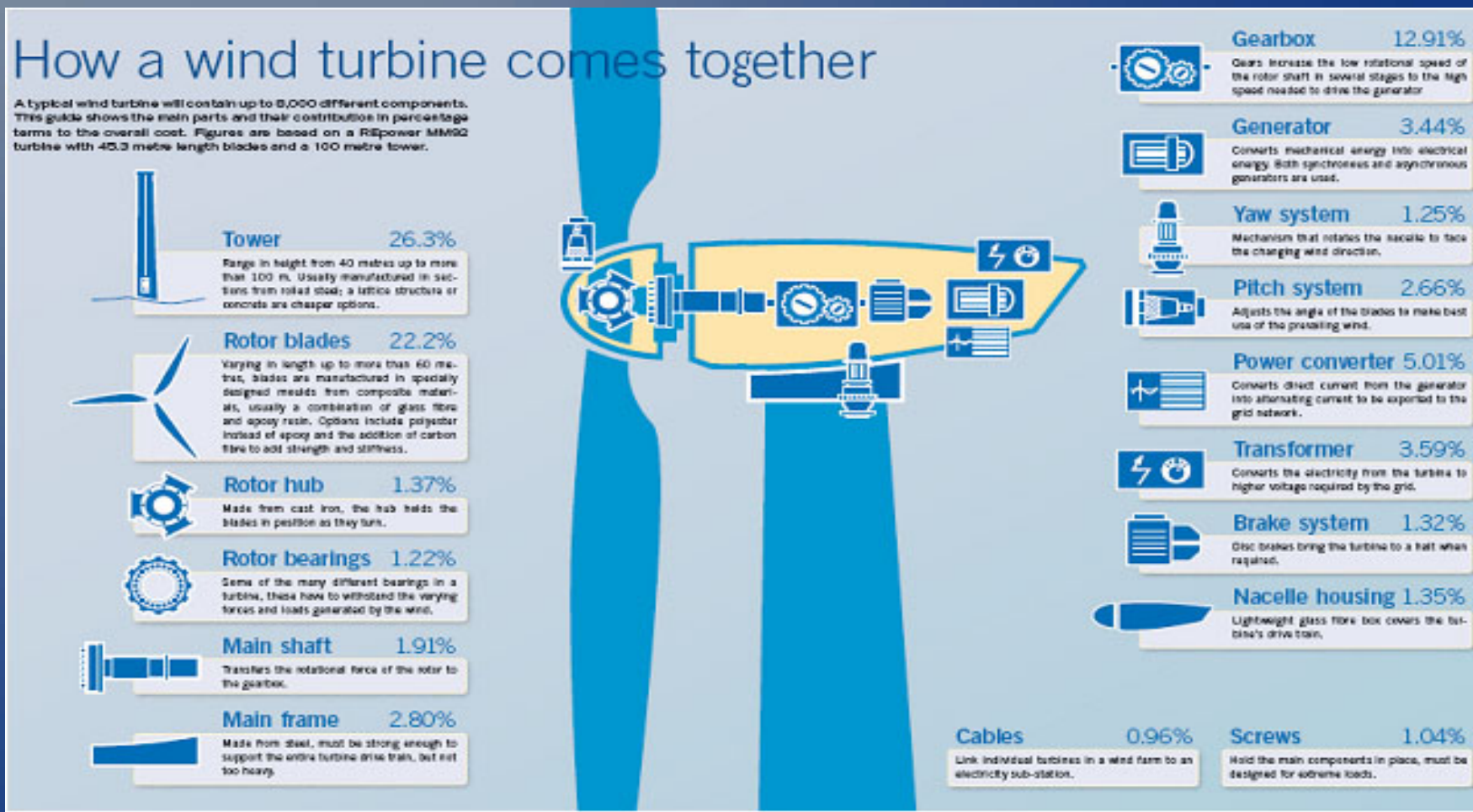
U primorskim zemljama, uz obalu ili na planinskim prevojima uz more, stalno duvaju vetrovi pa izbor lokacije nije težak. U kontinentalnim zemljama, posebno u planinskim oblastima, na samo stotinak metara, smenjuju se zavetrine i brisani prostori, gde vetar snažno duva.

Naši meteorolozi razvili su u svetu priznat metod modeliranja vazdušnih strujanja, pre svega radi tačnijih vremenskih prognoza. Međutim, modeliranje je našlo primenu i u vetroenergetici. Pomoću modela grubo su predviđene oblasti u Srbiji a i u svetu interesantne za vetroenergetiku. Za njih se izrađuje numerički model uz utvrđivanje uticaja svih prepreka i određuje se merno mesto jednog ili više mernih stubova.

Merni stub visine 50 m ili viši postavlja se na izabrano mesto i vrše se merenja duga više meseci ako se ona mogu korelisati sa podacima okolnih meteoroloških stanica, odnosno najmanje 18 meseci do dve godine, ako to nije moguće.

# VETROGENERATOR

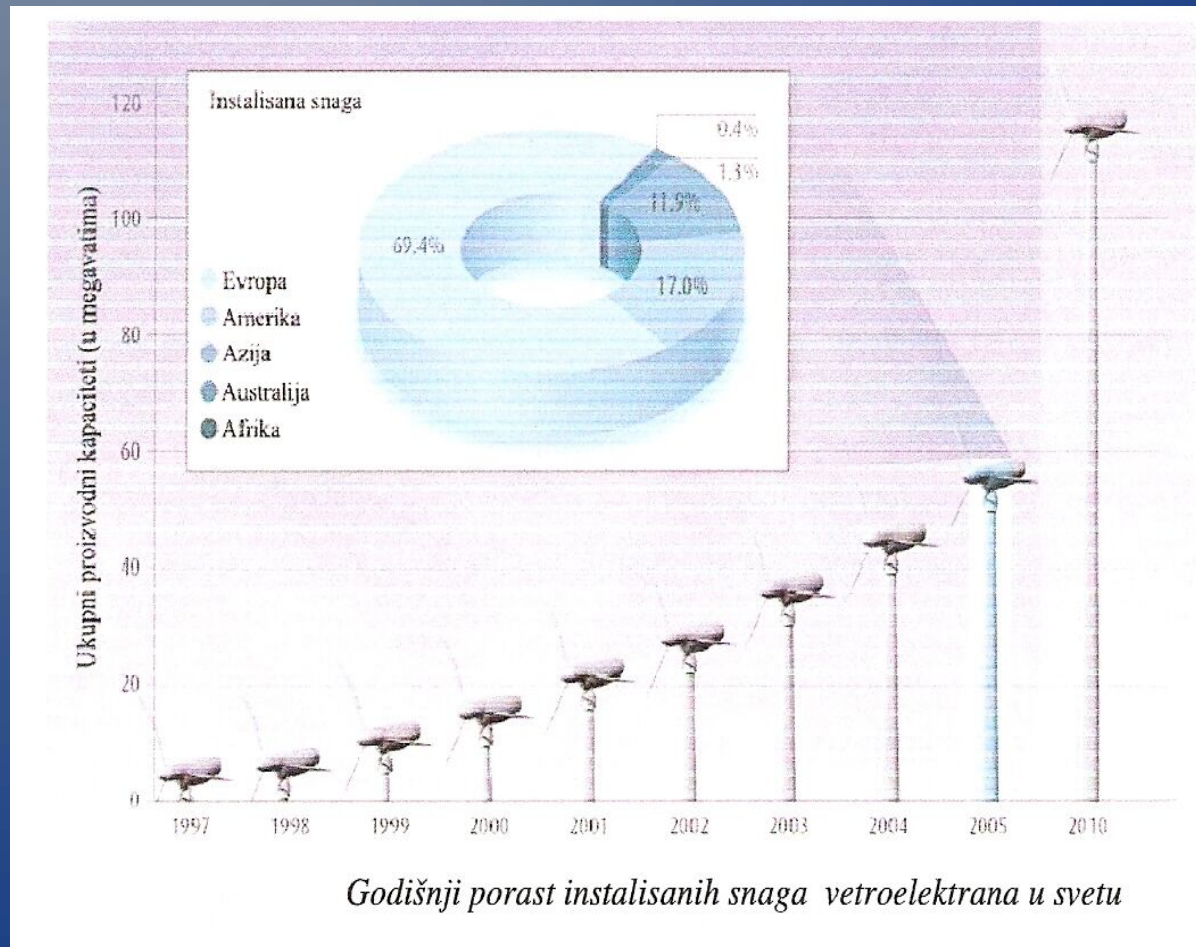
Vetroturbina je mašina za konverziju kinetičke energije vetra u mehaničku energiju. Ako se mehanička energija koristi direktno u mašinama kao što su pumpe ili mašine za mlevenje žitarica, reč je mlinovima na vetar. Ako se mehanička energija pretvara u električnu, reč je vetrogeneratorima. Vetroturbine se mogu podeliti na dva tipa, po osnovu položaja ose oko koje se turbina okreće.



# VETAR KAO EKOLOŠKI IZVOR ENERGIJE

Vetar predstavlja neiscrpan izvor energije čiji globalni potencijal višestruko prevazilazi svetske potrebe za električnom energijom. Danas vetroenergetika predstavlja granu energetike koja se najbrže razvija, tabela:

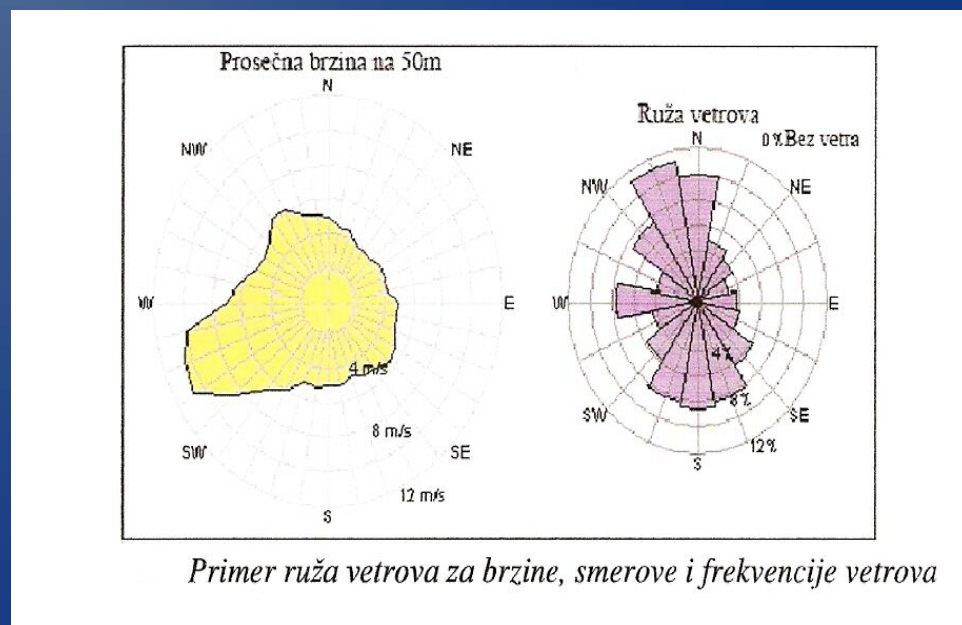
Oko 75% svih svetskih vetroelektrana je instalirano u zemljama Evropske Unije. EU iz instaliranih 34466 MW (decembar 2004.) podmiruje oko 3% ukupnih potreba za električnom energijom.



# MERENJE BRZINE VETRA, RUŽA VETROVA

Brzina vetra se obično meri sa anemmetrom sa poluloptastim čašicama(na slici). Sastoji se od vertikalne osovine na kojoj se na vrhu nalaze tri poluloptaste čašice koje se okreću u smeru vetra. Broj obrtaja u minuti registruje se elektronskim putem. Obično se postavlja i mehanizam za utvrđivanje smeru vetra.

Na osnovu podataka o brzinama i pravcima vetrova, mogu se izraditi dijagrami ruža vetrova za neku lokaciju. Dijagram ruža vetrova prikazuje se u obliku kruga koji je podeljen na 12 jednakih delova, svaki od 30 stepeni horizonta, što se uzima kao standard za evropski atlas vetrova:

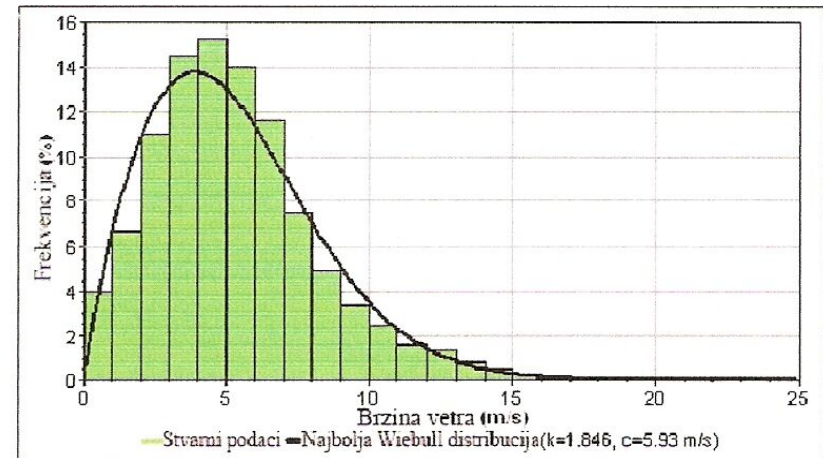


Na karakteristike vetroptencijala neke lokacije utiče konfiguracija terena, tj. hrapavost terena, prepreke na kopnu i slično.

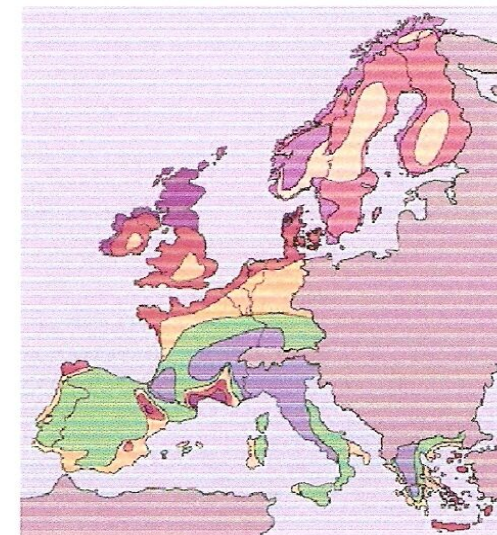
Kao rezultat uticaja konfiguracije terena mogu nastati lokalne promene brzine vetra, tzv. „tunel efekat,“ i „brdski efekat,“.

1. Tunel efekat je pojava povećanja brzine vetra, kada vazdušne mase prelaze preko planinskih prevoja.
2. Brdski efekat se objašnjava činjenicom da se vazduh komprimira kad vetar struji prema brdu, što dovodi do uzlaznog toka vetra uz povećanje njegove brzine.

Detaljan atlas vetrova prikazan je na slici za područje Zapadne Evrope:



Primer Weibull distributivne krive

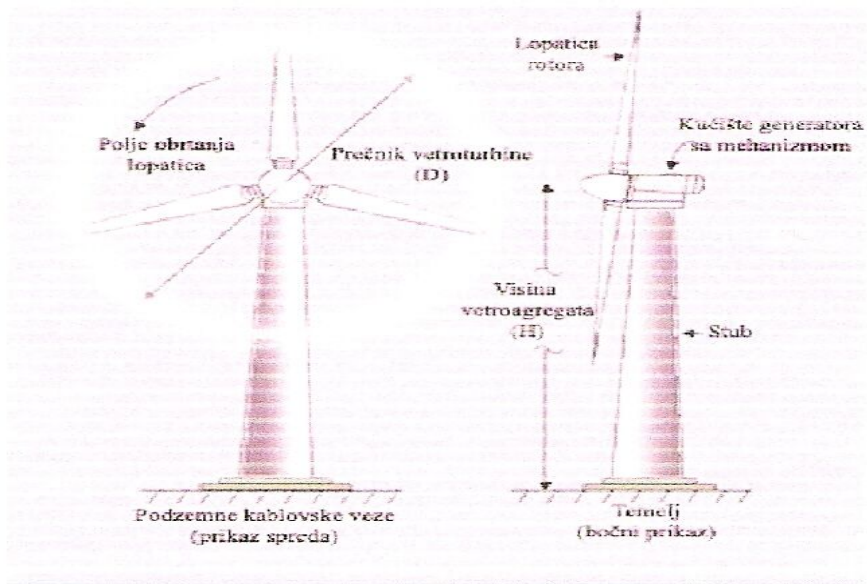


Podaci o vetru na 50m iznad zemlje

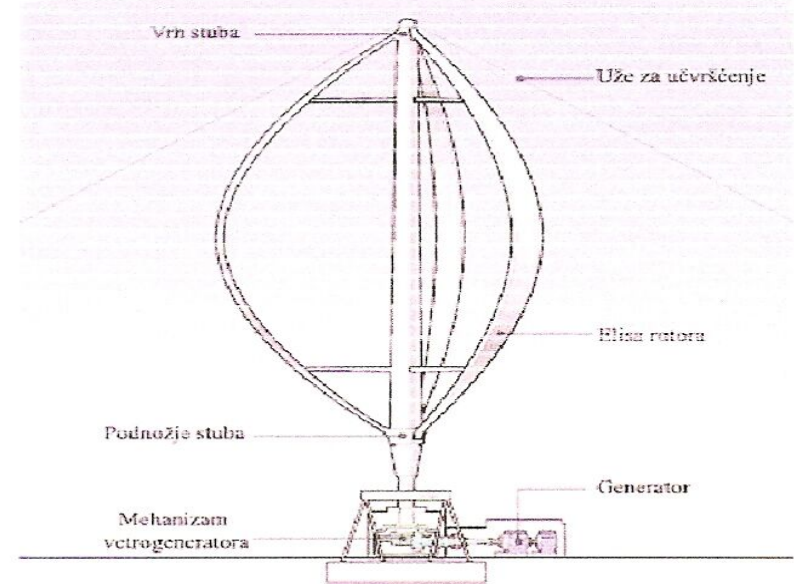
boja	zaklonjeni teren		otvoreni prostor		na morskoj obali		otvoreno more		brdoviti kraj	
	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>
[Red]	>6.0	>250	>7.5	>500	>8.5	>700	>9.0	>800	>11.5	>1800
[Orange]	5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
[Yellow]	4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
[Green]	3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
[Purple]	<3.5	<50	<4.5	<100	<5.0	<150	<5.5	<200	<7.0	<400
[Dark Purple]			>7.5							
[Dark Red]			5.5-7.5							
[Light Purple]			<5.5							

Evropska karta vetrova

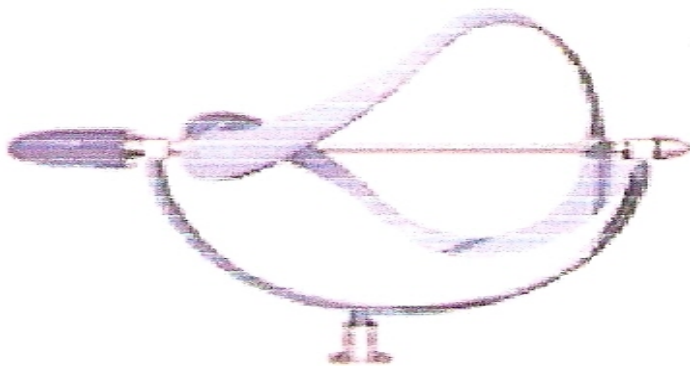
# KONSTRUKCIJA VETROELEKTRANE



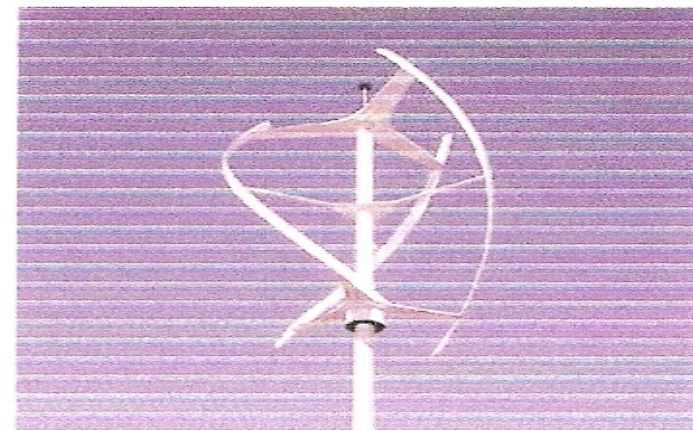
*Vetroturбина sa horizontalnom osovinom*



*Vetroturбина sa vertikalnom osom (Darrius-ova turbina)*



*spiralna vetroturбина*



*„nečujna“ vetroturбина*

## CENA EOLSKE ENERGIJE

Cena energije zavisi od brzine vetra i institucionalnih faktora i ima dve komponente:

1. Kapitalni troškovi;
2. Troškovi finansiranja;
3. Operacioni troškovi i troškovi održavanja;
4. Proizvodni troškovi;
5. Spoljni (eksterni) troškovi.

Cene električne energije iz eolskih izvora su u stalnom padu poslednjih 20 godina i trenutno se mogu ekonomski porediti sa cenom iz konvencionalnih izvora (ugalj, gas, nafta...).



## NEDOSTACI EOLSKIH ELEKTRANA

Rad elektrana na vetar nije praćen pojavom zagađenja i štetnih uticaja koji prate rad nuklearnih i elektrana na fosilna goriva. Međutim ni eolske elektrane nisu savršene pa se i kod njih javljaju problemi u radu.

Jedan od najnepovoljnijih aspekata eolske elektrane jeste taj što imaju varijabilnu proizvodnju (proizvodnju koja se ne može predvideti). Zbog ovog razloga ne bi trebalo da udeo eolskih elektrana pređe 10% u snazi svih elektrana elektroenergetskog sistema.

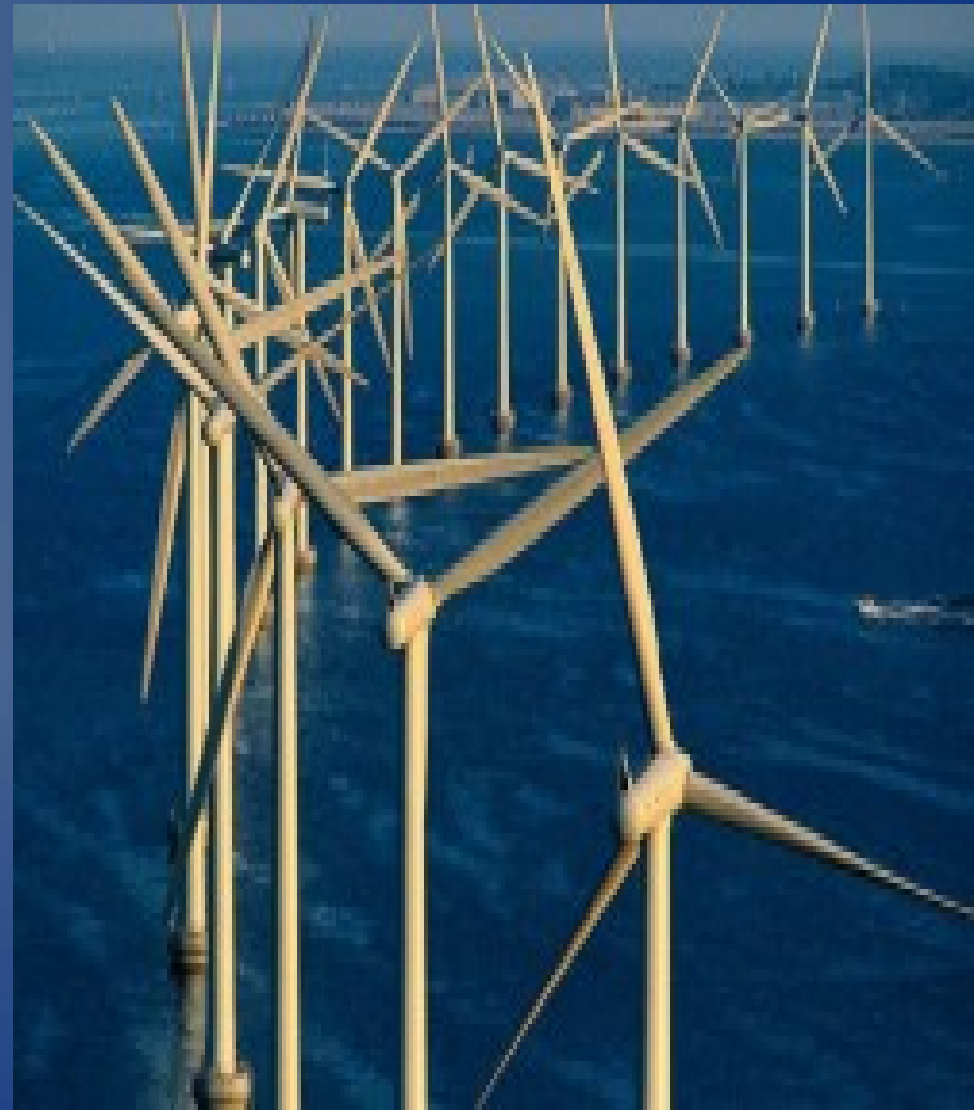
Problemi koji se još javljaju u vezi sa radom eolskih elektrana jesu buka pri prolasku krila kroz zavetrinu stuba i buka koju prave lopatice pri kretanju kroz vazduh, ometanje elektromagnetnih talasa, mehaničke vibracije, zauzimanja površine zemljišta.

Svi ovi problemi su razvojem tehnologija uglavnom prevaziđeni tj. svedeni na minimum negativni uticaji ili ih uopšte i nema.

# BUDUĆNOST EOLSKE ENERGIJE

Prema prognozama koje stižu iz Svetske agencije za energiju do 2035. godine jedna trećina proizvedene električne energije stizaće iz elektrana koje koriste obnovljive izvore. Sada iz ovih elektrana stiže jedna petina svetske proizvodnje.

Prognoze dalje govore da će se, u svetskim razmerama, kad su u pitanju obnovljivi izvori, najviše investirati u hidroelektrane i u vetro parkove. Oni bi, uglavno, i trebalo da „iznesu“ taj najavljeni veliki rast proizvodnje „zelene“ energije.



## ZAKLJUČAK

Električna energija dobijena iz vetra svakako je najčistiji oblik energije. Loša strana ovog prirodnog resursa je ta što intezitet duvanja vetra nije konstantan. Iako su od 1980. godine do danas napravljeni veliki pomaci u vezi sa iskorišćavanjem ovog oblika energije, ipak se mora reći da je koriste one zemlje čiji se resursi vetra istraženi i što je najvažnije, one zemlje koje imaju finansijskih mogućnosti za takva ulaganja.