

## Vjetroenergetika

ENergy Efficiency and  
Renewables–**SUP**porting Policies  
in Local level for **EN**erGY



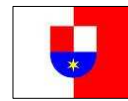
Energetska efikasnost i  
obnovljivi izvori energije –  
potpora kreiranju energetske  
politike na lokalnoj razini



Splitsko-dalmatinska županija



Grad Labin



Medimurska županija



Energetski institut Hrvoje Požar - Odjel za OIE i EE

Jointly for our common future.

## Sadržaj

- stanje razvoja vjetroenergetike
- osnovne tehnološke značajke VE
- cijene i troškovi
- procjena vjetro potencijala i proizvodnje VE
- izrada atlasa vjetra

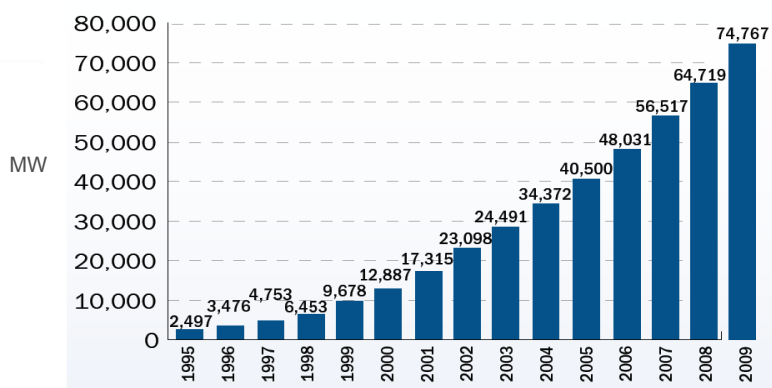
## Stanje razvoja vjetroenergetike

- 1200 – 1850: prvi primjeri masovnog iskorištavanja energije vjetra
  - mlinovi
  - pumpanje vode
- početkom 20og stoljeća kreće razvoj malih vjetroagregata u SAD
- razvoj distributivne mreže čini male vjetroelektrane suvišnima / preskupima



3

## Stanje razvoja vjetroenergetike

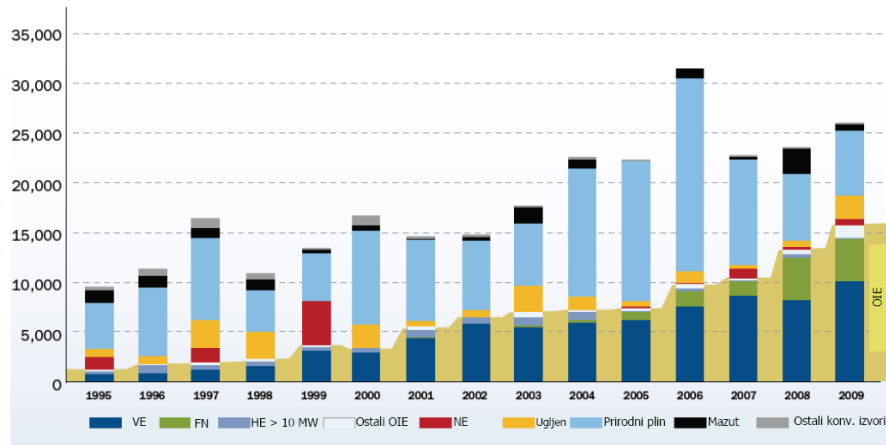


Razvoj instalirane snage vjetroelektrana u EU

(izvor: EWEA)

4

## Stanje razvoja vjetroenergetike



Udio VE u novoinstaliranim proizvodnim kapacitetima

(izvor: EWEA)

5

## Stanje razvoja vjetroenergetike

### Udio vjetroelektrana – definicije

1) Udio VE u proizvodnji (*wind energy penetration*) =  
energija iz VE / ukupna potrošnja el.ene.

2) Udio VE u kapacitetu (*wind power capacity penetration*) =  
kapacitet svih VE / kapacitet svih elektrana

3) Maksimalni udio VE (*maximum share of wind power*) =  
snaga VE / minimalno opterećenje + razmjene

6

## Stanje razvoja vjetroenergetike

### EWEA statistike za 2009.

- VE proizvele oko 5% ukupne električne energije u EU
- VE su bile 39% svih novih proizvodnih kapaciteta (elektrana)
- uštede CO<sub>2</sub> su na razini 25% svih automobila u EU
- uštede u gorivu su na razini 6 milijardi Eura
- samo 2,8% VE su instalirane u moru (*offshore*)
- sektor vjetroenergetike u 2009. zapošljavao je 192.000 ljudi

7

## Stanje razvoja vjetroenergetike

### PROGNOZE RAZVOJA

God.	Vjetroelektrane (GW)			Proizvodnja vjetroelektrana (TWh)			EU-27 ukupna potrošnja električne energije (TWh)	udio VE u potrošnji električne energije
	Kopnene	Pučinske	Ukupno	Kopnene	Pučinske	Ukupno		
2020.	210	55	265	479	204	683	3494	20%
2030.	250	150	400	592	563	1155	3368	34%
2050.	250	350	600	635	1380	2015	4000	50%

Izvor: Pure Power, EWEA, 2009.

8

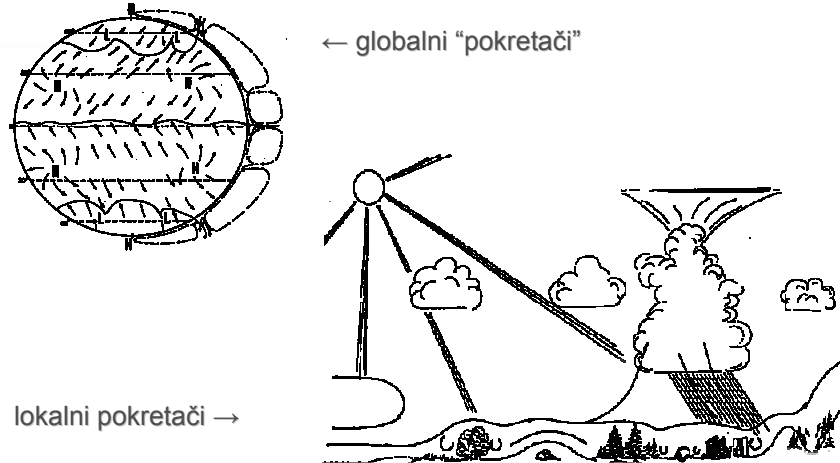
### Stanje u Hrvatskoj

- cilj 5,8% el.ene. iz OIE do 2010. – tek oko 13% ostvarenja
- **137 projekata VE ukupne snage 5430 MW**
  - EO ili upis – 12 VE ukupne snage 238 MW
  - ugovor na snazi – 4 VE ukupne snage 28 MW
  - pred ili u izgradnji – 4 VE ukupne snage 96 MW

### Teme:

- vjetar kao energent
- tipovi vjetroagregata
- iskorištavanje energije vjetra:
  - sa šireg aspekta
  - s aspekta upravljanja elektroenergetskim sustavom

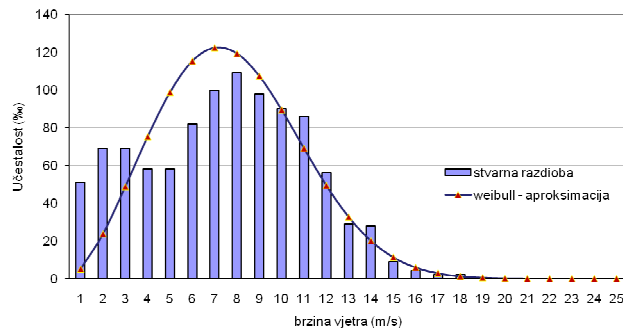
Vjetar kao energent – nastanak



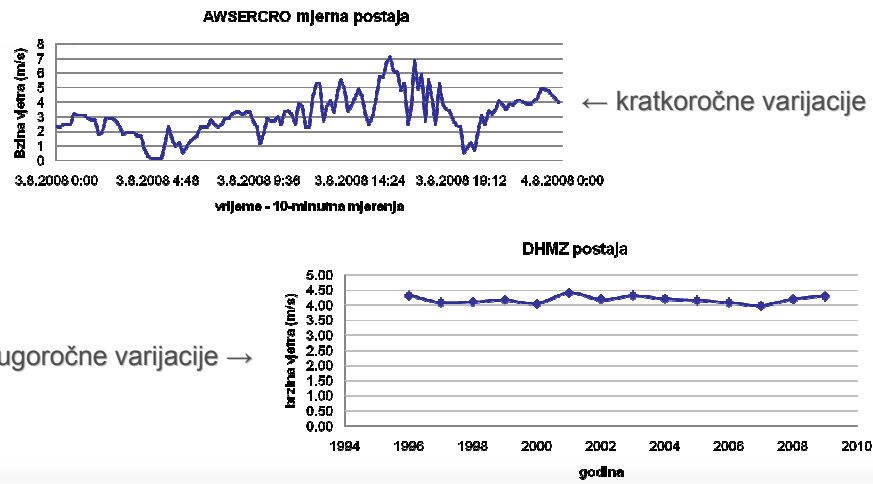
Vjetar kao energent – snaga i razdioba

Snaga vjetra: 
$$\frac{P}{S} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \quad \text{W/m}^2$$

Razdioba brzina vjetra:

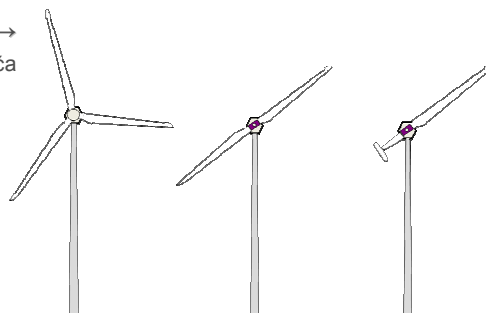


**Vjetar kao energent – varijabilnost**



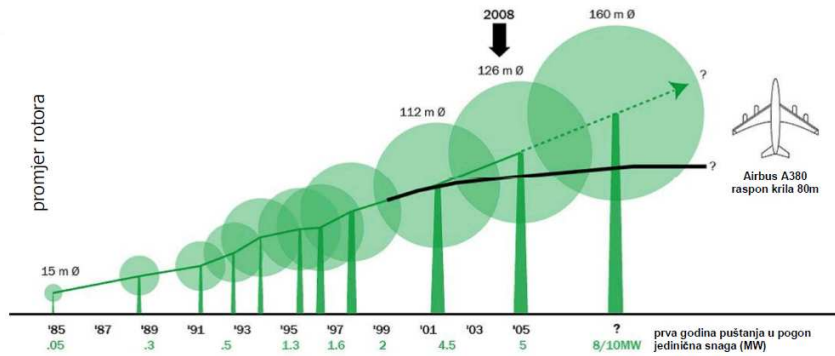
**Tipovi vjetroagregata – osnovni koncepti**

horizontalna os vrtnje →  
 + mogućnost izvedbe većih jedinica, veća učinkovitost  
 - potrebno zakretanje u vjetar

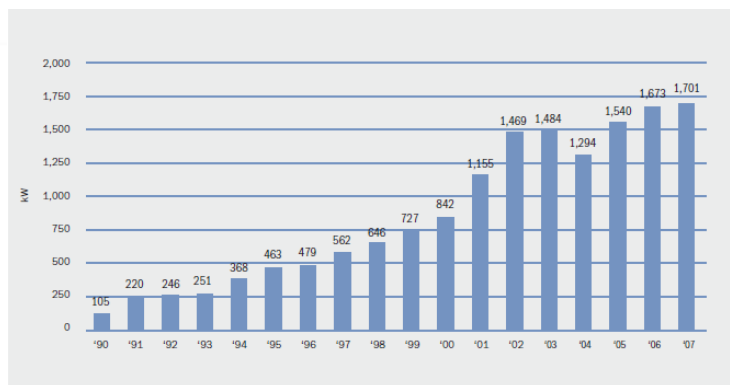


← vertikalna os vrtnje  
 + stalna usmjerenost u vjetar  
 - manja učinkovitost, veliki zamori materijala

Tipovi vjetroagregata – veličine jedinica



Tipovi vjetroagregata – veličine jedinica



Prosječne veličine novoinstaliranih vjetroagregata u EU

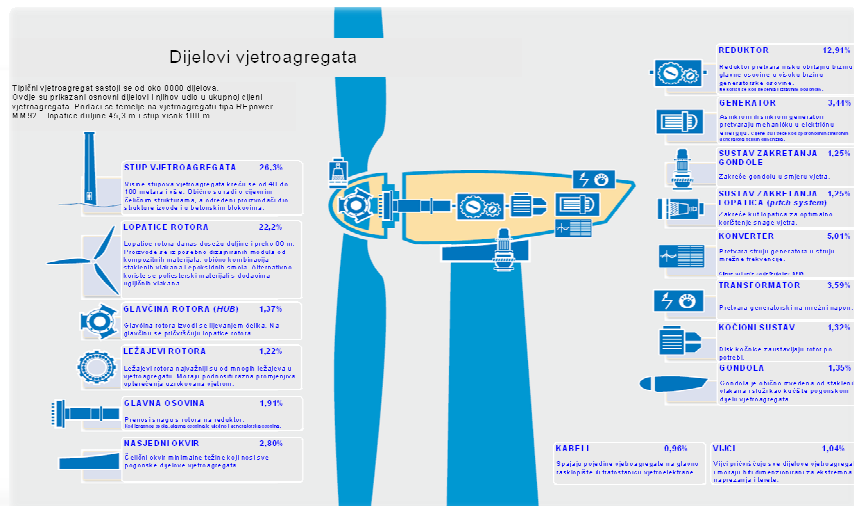
(izvor: EWEA)



# Osnovne tehnološke značajke VE



## Tipovi vjetroagregata – osnovni dijelovi



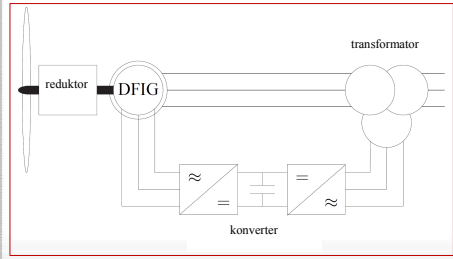
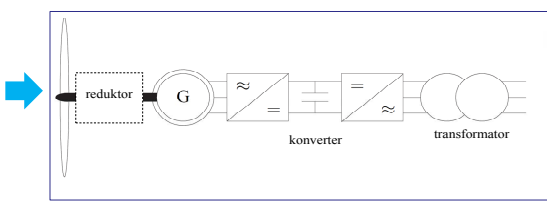
# Osnovne tehnološke značajke VE



## Tipovi vjetroagregata – osnovni koncepti

**Sinkroni generator bez reduktora**

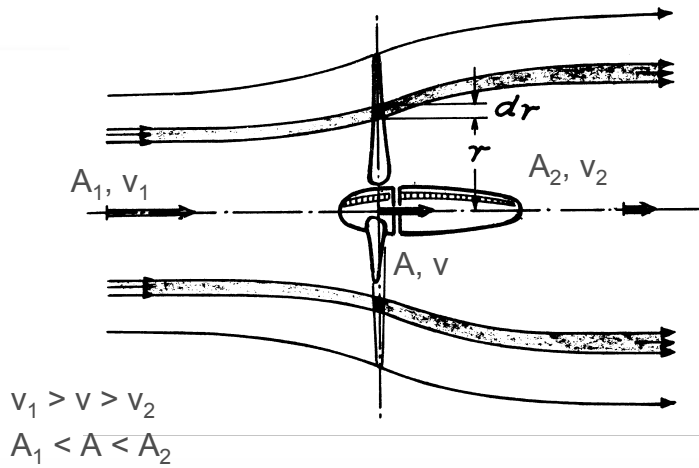
- + jednostavna uzbuda
- + velika upravljivost
- + bez reduktora
- težak generator
- skup konverter



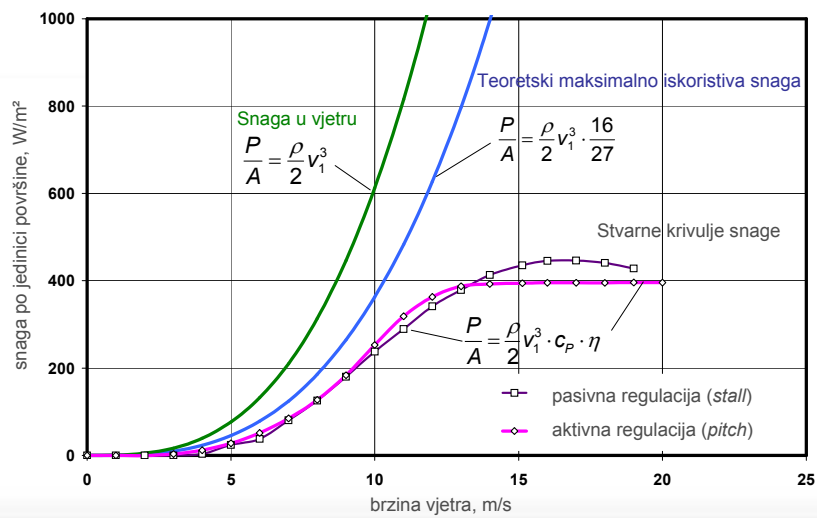
**asinkroni DFIG generator s reduktorom**

- + manji generator
- + konverter za 20-40% snage (jeftiniji)
- manja upravljivost
- složeno upravljanje uzbudom

Tipovi vjetroagregata – pretvorba energije



Tipovi vjetroagregata – krivulja snage



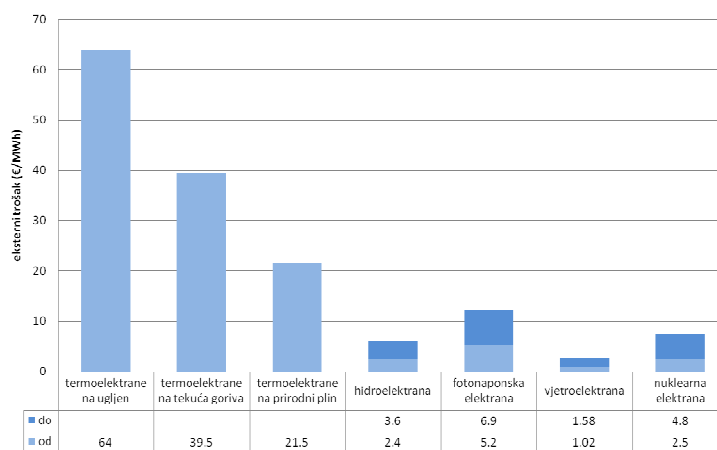
## Iskorištavanje energije vjetra – širi aspekti

Prednosti	Nedostaci / ograničenja
Besplatan i široko dostupan	Zauzeće prostora
Umjerene godišnje varijabilnosti	Buka i zasjenjenje
Bez emisija plinova u okoliš	Vizualni utjecaj
Ušteda fosilnih goriva	Utjecaj na ptice
Razvoj novih industrije / zapošljavanje	Varijabilnost proizvodnje / nemogućnost skladištenja
Visok ukupni povrat energije ( <i>energy harvest ratio</i> : 38-84)	

21

## Iskorištavanje energije vjetra – širi aspekti

Usporedba eksternih troškova



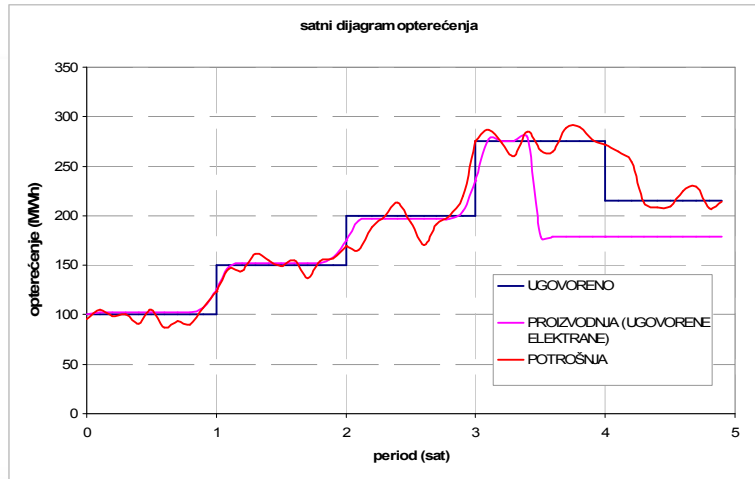
Izvor: D.Feretić i autori, *Elektrane i okoliš*, Zagreb, 2000.

22

## Iskorištavanje energije vjetra – aspekti

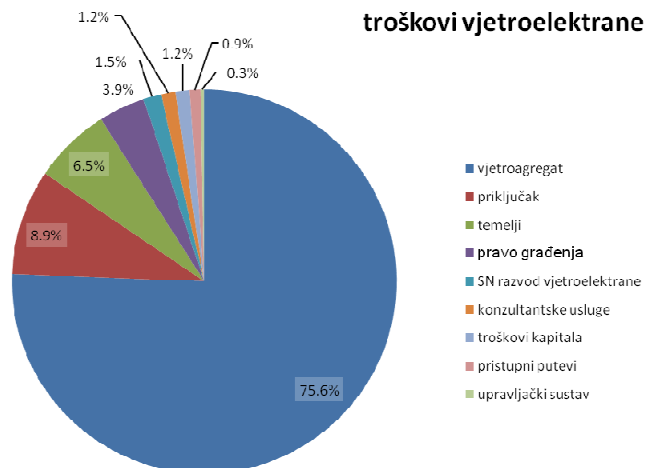
...sa stanovišta elektroenergetskog sustava

**potrošnja = proizvodnja**



23

## Cijene i troškovi



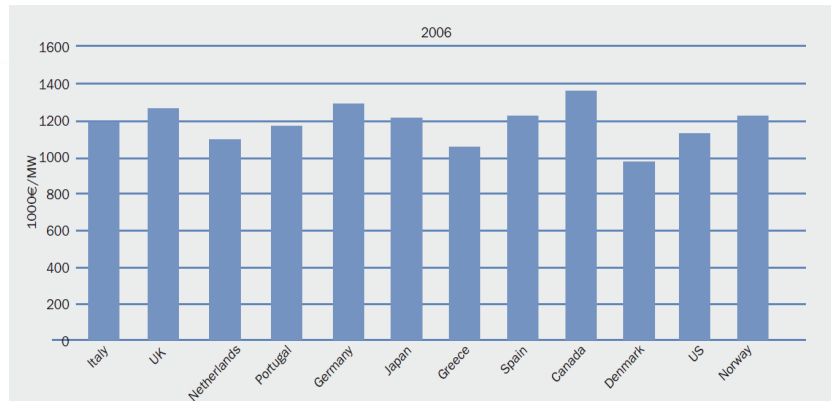
Izvor: EWEA, 2006.

Ukupno oko 1300 €/kW - 1500 €/kW

24

## Cijene i troškovi

Troškovi izgradnje vjetroelektrane po pojedinim državama u 2006.

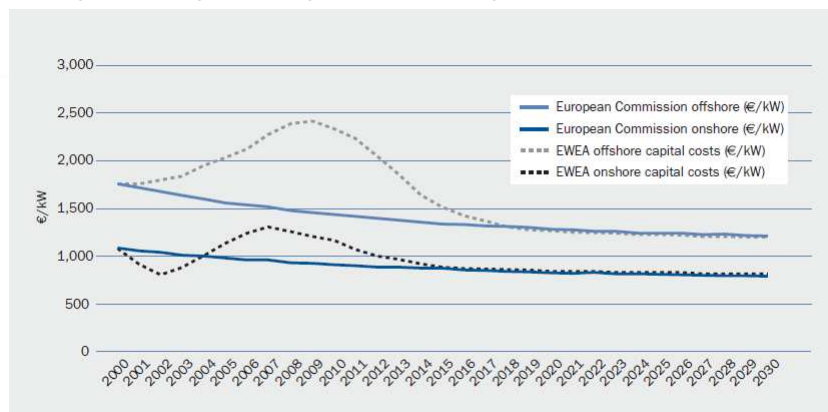


Vjetroagregat + temelji + priključak

Izvor: IEA

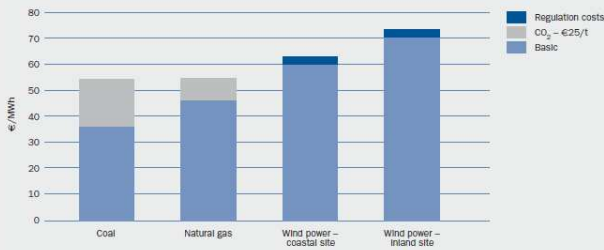
## Cijene i troškovi

Procjene kretanja investicijskih troškova u vjetroelektrane



Izvor: EWEA, 2007.

## Cijene i troškovi



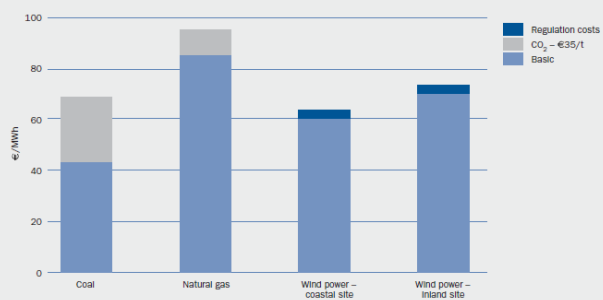
U cijeni:

- gorivo
- CO<sub>2</sub> dozvole
- investicijski trošak
- pogon i održavanje (O&M)

O&M – 12-15 €/MWh

### Pretpostavke:

- barel nafte 59\$
- ugljen 1,6 €/GJ
- prirodni plin 6,05 €/GJ



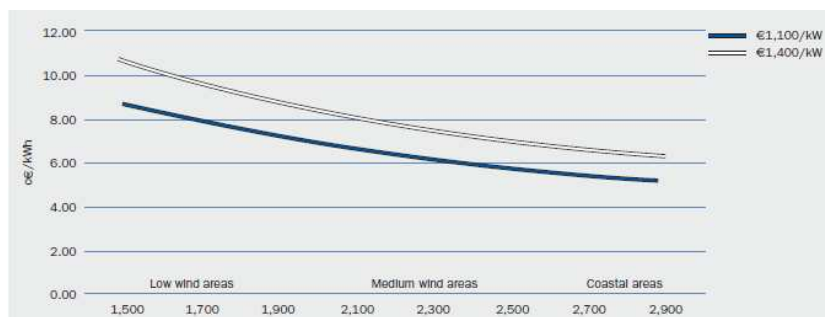
Izvor: EWEA, 2007.

27

## Cijene i troškovi

Troškovi proizvodnje ovisno o:

- broju radnih sati na nazivnoj snazi i
- cijeni vjetroelektrane (dvije razine)



Izvor: EWEA, 2007.

28

Za što nam sve trebaju informacije o vjetru i kakve?

Što trebamo?	Koji podaci su potrebni?
Odabrati tip i klasu vjetroagregata Projektirati vjetroelektranu (raspored vjetroagregata) Procijeniti proizvodnju (dugoročnu) vjetroelektrane Optimizirati upravljačke postavke vjetroelektrane	Najmanje jednogodišnja neprekinuta mjerenja: - smjera vjetra - brzine vjetra - gustoće zraka (posredno)  Prosjeci, maksimumi, devijacije, mjerenje na više visina Višegodišnja mjerenja za skaliranje na dugoročni prosjek

**Više/veća područja → više mjernih lokacija**

**Klasični mjerni stup**

- stup
- vertikalni i horizontalni nosači
- sajle
- zatege i temelji
- gromobranska zaštita
- anemometri
- vjetrulje
- termometri
- higrometri, barometri
- data logger (prikupljanje i pohrana podataka)
- komunikacijski modul (modem, GSM)
- prenaponska zaštita
- sustav napajanja (FN, punjač, baterija)
- signalna svjetla
- spojni kabeli



## Procjena vjetroptencijala i proizvodnje VE



31

## Procjena vjetroptencijala i proizvodnje VE

- + mjerenje bez stupa za visine preko 100m
- + manja osjetljivost na zaleđivanje (LiDAR)
- + vrlo kvalitetni podaci za određivanje profila vjetra
- cijena
- potreba za napajanjem
- osjetljivost na vanjske zvukove (SoDAR)



LiDAR Qinetiq ZephiR  
LiDAR Leosphere Windcube



SoDAR AQ500

32

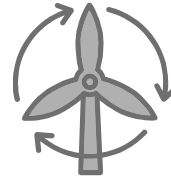


## Standardne analize za vjetroelektrane

1 – mjerenje najmanje godinu dana

2 – obrada podataka

- “čišćenje” podataka
- koreliranje i skaliranje
- statistike i proračuni (klasa vjetroagregata)



3 – modeliranje – lokalni atlas vjetra

- priprema podataka o strujanju zraka
- priprema modela terena (orografija i hrapavost)

4 – proračuni proizvodnje

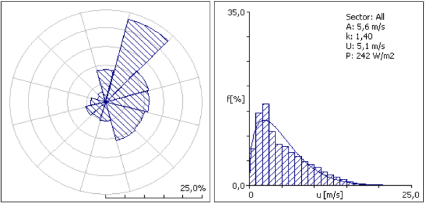
- priprema podataka o vjetroagregatima (raspored, tip, krivulja snage)

## Obrada podataka

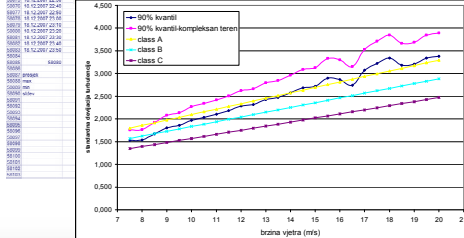
### Priprema podataka

Time	U [m/s]	Dir [°]	U [m/s]	Dir [°]	U [m/s]	Dir [°]	U [m/s]	Dir [°]
0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0005	1.10	135	1.10	135	1.10	1.10	135	135
0010	1.10	135	1.10	135	1.10	1.10	135	135
0015	1.10	135	1.10	135	1.10	1.10	135	135
0020	1.10	135	1.10	135	1.10	1.10	135	135

### Statistike – razdiobe brzina i smjera



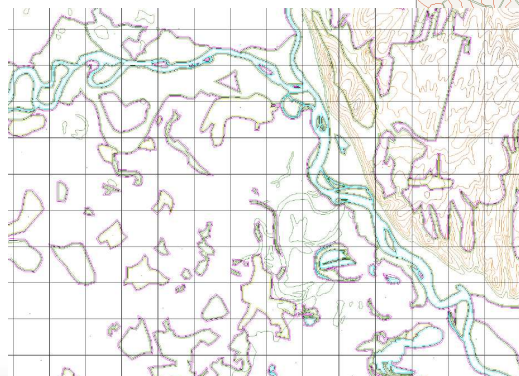
### Procjena klase vjetroagregata



U [m/s]	Dir [°]	U [m/s]	Dir [°]	U [m/s]	Dir [°]	U [m/s]	Dir [°]
0	0	0	0	0	0	0	0
1	135	1	135	1	135	1	135
2	135	2	135	2	135	2	135
3	135	3	135	3	135	3	135
4	135	4	135	4	135	4	135
5	135	5	135	5	135	5	135

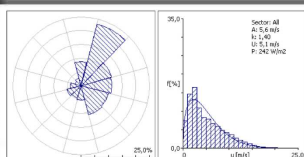
Ulazni podaci za modeliranje

Orografski model terena (slojnice)



Model hrapavosti terena

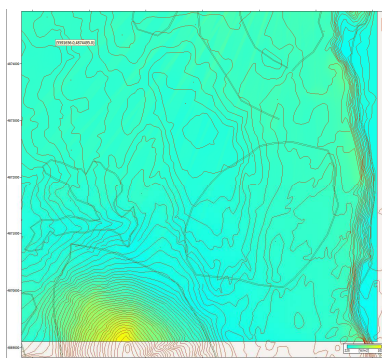
Modeliranje strujanja zraka



Ulazni podaci



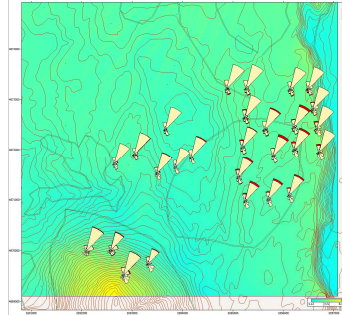
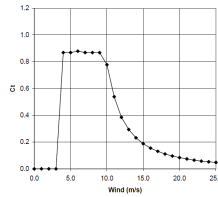
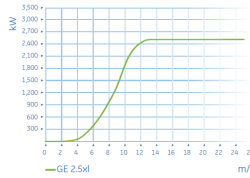
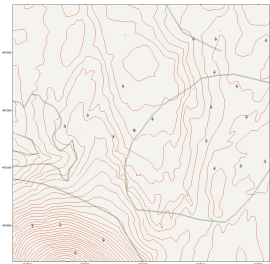
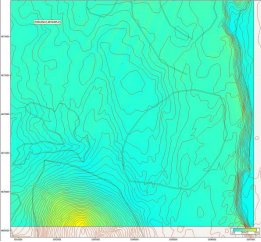
- WAsP
- WindSim
- ostali programi



Rezultat – lokalni atlas vjetra

# Procjena vjetroptencijala i proizvodnje VE

## Proračun proizvodnje



Raspored i razdiobe vjetra za lokaciju svakog vjetroagregata

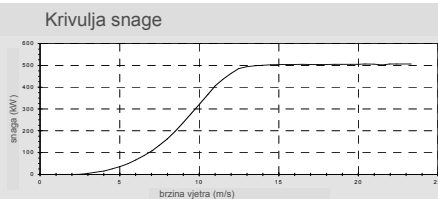
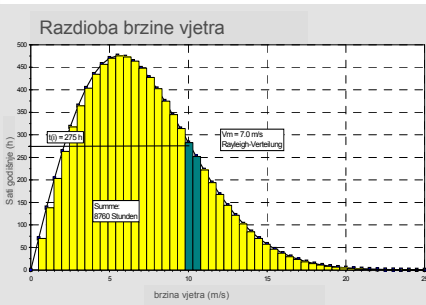
& Tehnički podaci o vjetroagregatima



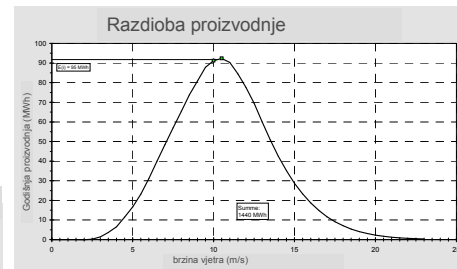
Proizvodnja

# Procjena vjetroptencijala i proizvodnje VE

## Proračun proizvodnje



$\cdot \Sigma$   
 Prosječna godišnja brzina vjetra



$\cdot \Sigma$   
 Godišnja proizvodnja energije

### Što je atlas vjetra?

- **podaci / informacije:**
  - mjerne stanice (mjerjenja, okruženje)
  - jednoliko strukturirano
  - klimatološki prosjeci
- **prikazi (karte)**
- **metodologije**
  - statistički pokazatelji
  - ekstrapolacije vjetroklimatskih parametara
  - proračuni (snage, energije, ekstrema, turbulencija...)

### Zašto atlas vjetra?

- **poznavanje energetske resursa – preduvjet razvoja energetike**
- **izrada prostornih planova**
  - energetika
  - promet
  - građevinarstvo
- **poticaj i pomoć investitorima**

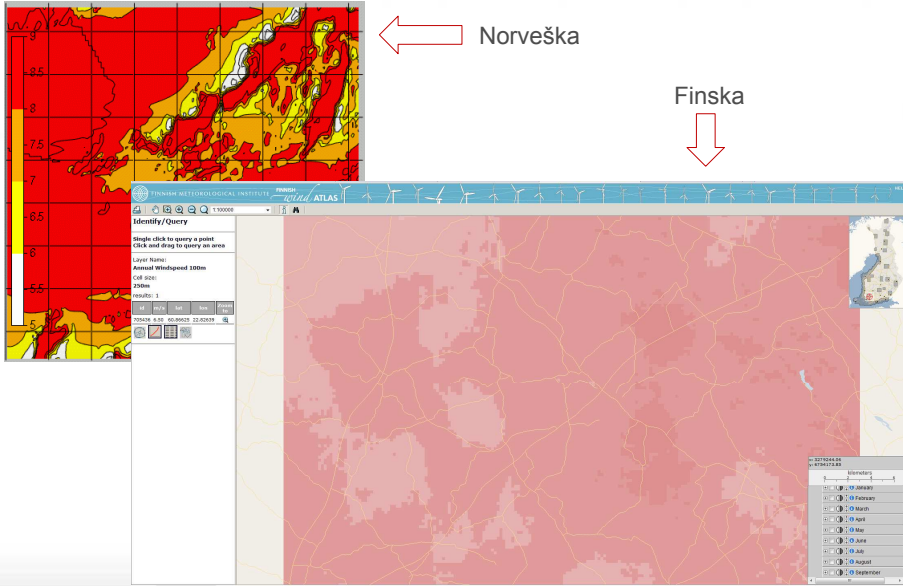
### Informacije u atlasu vjetra

Vrste informacija	Detaljnost / iscrpnost
<ul style="list-style-type: none"><li>• prosječna brzina vjetra</li><li>• razdiobe brzine vjetra (stvarne ili aproksimirane)</li><li>• razdiobe smjera vjetra (ruža vjetra)</li><li>• snaga vjetra (<math>W/m^2</math>)</li><li>• proizvodnost (FLH)</li><li>• vertikalni profil vjetra</li><li>• ekstremne brzine vjetra</li><li>• turbulentnost</li><li>• varijabilnost (sezonska, godišnja)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• vremenski<ul style="list-style-type: none"><li>• po godinama</li><li>• po sezonama</li></ul></li><li>• po visinama nad tlom</li><li>• za određene točke rastera karte</li></ul>

### Primjeri atlasa vjetra:

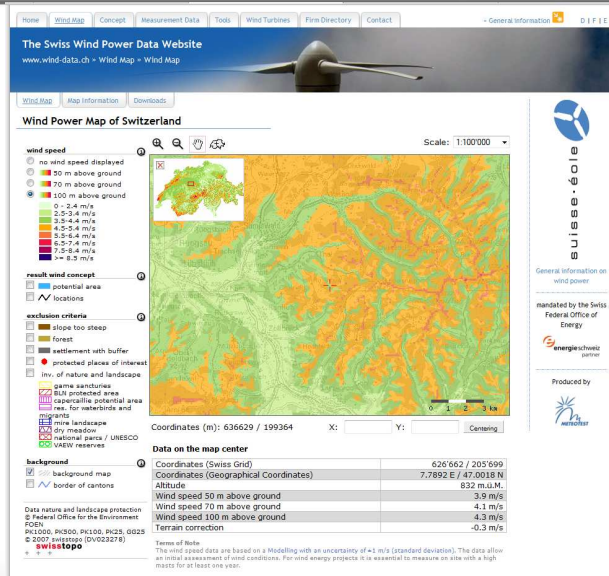
- [http://www.windsim.com/wind\\_energy/wind\\_atlas/index.html](http://www.windsim.com/wind_energy/wind_atlas/index.html)
- <http://www.wind-data.ch/windkarte/index.php>
- <http://212.101.17.161/en/Polen/index.html>
- <http://www.tuuliatlas.fi/en/index.html>
- [http://www.seai.ie/Renewables/Wind\\_Energy/Wind\\_Maps/](http://www.seai.ie/Renewables/Wind_Energy/Wind_Maps/)

# Izrada atlasa vjetra

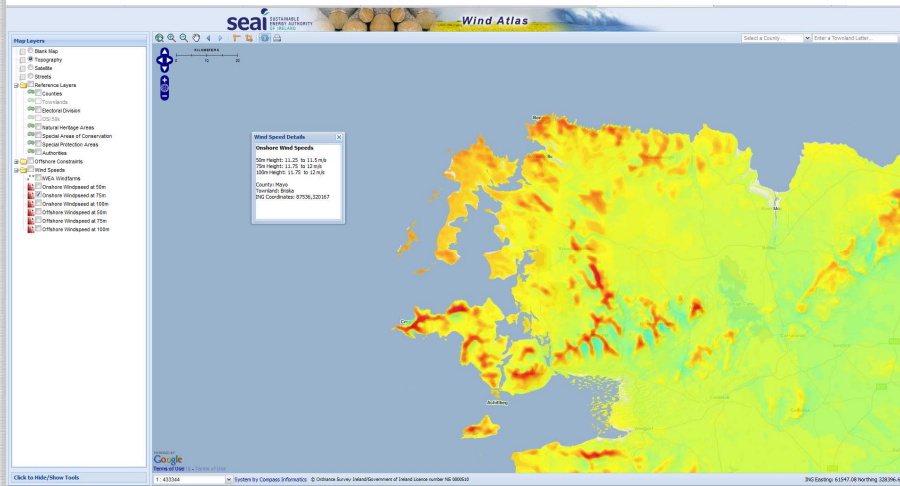


# Izrada atlasa vjetra

Švicarska →



Irska ↓



45

### Način izrade atlasa vjetra - metodologije

#### - Mezoskalni prognostički modeli

- osnovna namjena – prognoza (stanje u određeno vrijeme)
- ulazni podaci – predobrađeni globalni mjerni podaci (EMC, Redding)
- prostori u rasponu nekoliko stotina kilometara
- rezolucije u kilometrima
- pojednostavljeni modeli terena
- kompleksni proračuni fizike atmosfere

#### - Mikroskalni dijagnostički modeli

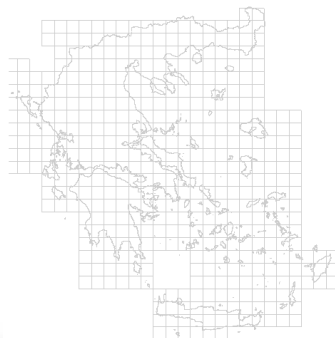
- osnovna namjena – proračun proizvodnje VE, lokalno-specifične prilike
- ulazni podaci – prizemno mjereni podaci, rezultati mezoskalnih modela
- prostori u rasponu nekoliko kilometara
- rezolucije u metrima
- detaljni modeli terena
- pojednostavljeni proračuni fizike atmosfere

46

### Način izrade atlasa vjetra – CRES metodologija

#### - prilagođeni mikroskalni model

- prilagođene jednačbe strujanja
  - interakcija viskoznog – neviskoznih tehnika proračuna
  - princip očuvanja mase
- podjela prostora u “proračunske” blokove



#### - ulazni podaci:

- podaci s prizemnih mjerenja
- topografija (SRTM)
- pokrov terena (CORINE)

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission (NASA)  
CORINE – Coordination of information on the environment

47

### Koga zanima više:

- Publikacije i statistike: <http://www.ewea.org/index.php?id=11>
- Tehnologija: <http://www.ewea.org/index.php?id=1922>

48



# ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Programme cofunded by the EUROPEAN UNION



Siniša Knežević, dipl.ing.el.



## Vjetroelektrane Aspekt zaštite okoliša

ENergy Efficiency and  
Renewables–SUPporting Policies  
in Local level for ENergyY



Splitsko-dalmatinska županija



Grad Labin



Medimurska županija



Energetska učinkovitost i obnovljivi  
izvori energije – potpora kreiranju  
energetske politike na lokalnoj razini

Energetski institut Hrvoje Požar  
Odjel za obnovljive izvore energije i energetske efikasnost

Jointly for our common future

- **Strateški dokumenti/RH regulativa/međunarodne konvencije**
- **Pozitivni i negativni utjecaji na okoliš vjetroelektrana**
- **Smjernice vezano uz utjecaj na okoliš**

- **Nacionalna strategija zaštite okoliša (NN 46/02) i Nacionalni plan djelovanja na okoliš (NN 46/02)**
- Dugoročni sveobuhvatni cilj zaštite okoliša je dugoročna i cjelovita zaštita okoliša uz gospodarski napredak i socijalni boljitak kako bi se s vremenom postigli uvjeti za održivi razvitak
- Energetski sektor određen je kao jedan od primarnih sektora u koji je potrebno uvrstiti zahtjeve zaštite okoliša kao sastavni dio strategije i politike razvoja, a posebno u slučaju izgradnje novih energetskih objekata
- Ciljevi zaštite okoliša za energetski sektor uključuju slijedeće:
  - Promjena tehnologije radi proizvodnje energije i energenata na način koji će biti prihvatljiv za okoliš
  - ...
- Strategijom je naglašeno da se pri ostvarivanju ciljeva razvoja energetike, posebna pažnja treba posvetiti vrednovanju energetske učinkovitosti i razvoju novih i obnovljivih izvora. Te da je neophodno uzeti u obzir gospodarske i državno-pravne čimbenike kao i zahtjeve koji proizlaze iz okoliša

- **Strategija i akcijski plan zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti Republike Hrvatske (NN 143/08)**
- Sveukupna biološka, krajobrazna i geološka raznolikost predstavlja temeljnu vrijednost i glavni resurs za daljnji razvitak RH
- Strateški ciljevi:
  - Očuvati sveukupnu biološku, krajobraznu i geološku raznolikost kao temeljnu vrijednost i potencijal za daljnji razvitak RH
  - Osigurati integralnu zaštitu prirode kroz suradnju s drugim sektorima
  - ...
- Energetika prepoznata kao jedan od sektora koji ima značajan utjecaj na biološku i krajobraznu raznolikost
- Potreba uvođenja obnovljivih izvora energije koji ne proizvode stakleničke plinove. Međutim, kontroverzna pitanja pojavljuju se i oko utjecaja obnovljivih izvora energije na biološku raznolikost
- Strateške smjernice: Gospodarenje i upravljanje u energetske sektoru temeljiti na načelima očuvanja sastavnica biološke i krajobrazne raznolikosti s posebnim naglaskom na zaštićena područja, područje ekološke mreže i buduća NATURA 2000 područja

- **Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09)**
- Cilj: Izgradnja sustava uravnoteženog razvoja odnosa između sigurnosti opskrbe energijom, konkurentnosti i očuvanja okoliša, koji će hrvatskim građanima i hrvatskom gospodarstvu omogućiti kvalitetnu, sigurnu, dostupnu i dostatnu opskrbu energijom
- Udio obnovljivih izvora energije u bruto neposrednoj potrošnji energije u 2020. godini iznositi će 20%
  - Udio električne energije iz obnovljivih izvora energije, uključivo velike hidroelektrane, u ukupnoj potrošnji električne energije će iznositi 35%
- Cilj za vjetroelektrane:
  - Udio električne energije iz VE u ukupnoj potrošnji električne energije u RH iznositi će u 2020. godini 9–10%
  - Očekuje se da će instalirana snaga VE u RH u 2020. godini iznositi do 1200 MW
- Dosljednom primjenom instrumenata zaštite okoliša (strateška procjena utjecaja plana i programa na okoliš, procjena utjecaja zahvata na okoliš, ocjena prihvatljivosti za prirodu), planirani zahvati u energetske sektoru poštivat će načelo najmanjeg mogućeg utjecaja na biološku i krajobraznu raznolikost s posebnim naglaskom na zaštićena područja

- **Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09)**
- Tri opća cilja: stabilan gospodarski razvitak, pravedna raspodjela socijalnih mogućnosti te zaštita okoliša
- U ostvarivanju spomenutih ciljeva potrebno je zaštititi kapacitet Zemlje da održi život u svojoj raznolikosti, poštivati ograničenja koja postoje pri korištenju prirodnih dobara i osiguravati visoku razinu zaštite i poboljšanja kakvoće okoliša, sprječavati i smanjivati onečišćavanje okoliša i promovirati održivu proizvodnju i potrošnju kako gospodarski rast ne bi nužno značio i degradaciju okoliša
- Uzimajući u obzir sve veće utjecaje na okoliš Strategija definira osam ključnih područja među kojima je i Energija
- Glavni cilj u području Energija je osiguravanje kvalitetne i sigurne opskrbe energijom, uz nužno smanjivanje negativnih učinaka na okoliš i društvo

- **Zakon o zaštiti okoliša (NN 110/07)**
- Ciljevi zaštite okoliša su:
  - Zaštita biljnog i životinjskog svijeta, biološke i krajobrazne raznolikosti te očuvanje ekološke stabilnosti
  - Zaštita i poboljšanje kakvoće pojedinih sastavnica okoliša
  - Zaštita i obnavljanje kulturnih i estetskih vrijednosti krajobraza
  - Racionalno korištenje energije i poticanje uporabe obnovljivih izvora energije
  - Održivo korištenje prirodnih dobara, bez većeg oštećivanja i ugrožavanja okoliša

...

- Ciljevi zaštite okoliša se postižu primjenom načela zaštite okoliša i instrumenta zaštite okoliša
- Načela zaštite okoliša:
  - Načelo održivog razvitka
  - Načelo predostrožnosti
  - Načelo očuvanja vrijednosti prirodnih dobara, biološke raznolikosti i krajobraza
  - Načelo cjelovitog pristupa
  - ...
- Instrumenti zaštite okoliša:
  - Strateška procjena utjecaja plana i programa na okoliš
  - Procjena utjecaja zahvata na okoliš
  - Prostorni planovi
  - ...

- **Uredba o strateškoj procjeni utjecaja plana i programa na okoliš (NN 64/08)**
- Postupak kojim se procjenjuju vjerojatno značajniji utjecaji na okoliš koji mogu nastati provedbom plana ili programa
- Strateška procjena se obvezno provodi za:
  - Plan i program, isključujući njihove izmjene i/ili dopune, koji se donosi na državnoj i područnoj (regionalnoj) razini iz područja: poljoprivrede, šumarstva, ribarstva, energetike, industrije, rudarstva, prometa, telekomunikacija, turizma, gospodarenja otpadom i gospodarenja vodama
  - Za prostorni plan županije i Prostorni plan Grada Zagreba, isključujući njihove izmjene i/ili dopune
- **Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 64/08, 67/09)**
- Procjenom utjecaja zahvata na okoliš prepoznaje se, opisuje i ocjenjuje utjecaj zahvata na okoliš tako da se utvrđuje mogući izravni i neizravni utjecaj zahvata na: tlo, vodu, more, zrak, šumu, klimu, ljude, biljni i životinjski svijet, krajobraz, materijalnu imovinu, kulturnu baštinu, uzimajući u obzir njihove međudnose
- Definirani zahvati za koje se provodi procjena utjecaja zahvata na okoliš
  - Vjetroelektrane snage veće od 20 MWel (obavezna izrada PUO)
  - Vjetroelektrane snage veće od 10 MWel (MZOKPUG provodi ocjenu o potrebi izrade PUO)

- **Zakon o zaštiti prirode (NN 70/05, 139/08)**
- Ciljevi zaštite prirode su:
  - Očuvati i obnoviti postojeću biološku i krajobraznu raznolikost u stanju prirodne ravnoteže i usklađenih odnosa s ljudskim djelovanjem
  - Osigurati sustav zaštite prirodnih vrijednosti radi njihova trajnoga očuvanja
  - Osigurati održivo korištenje prirodnih dobara bez bitnog oštećivanja dijelova prirode i uz što manje narušavanja ravnoteže njezinih sastavnica
  - Spriječiti štetne zahvate ljudi i poremećaje u prirodi kao posljedice tehnološkog razvoja i obavljanja djelatnosti
  - ...
- Zaštićene prirodne vrijednosti su:
  - Zaštićena područja
  - Zaštićene svojte
  - Zaštićeni minerali, sigovine i fosili
- Uređuje Ocjenu prihvatljivosti plana, programa ili zahvata za ekološku mrežu

- **Uredba o proglašenju ekološke mreže (NN 109/07)**
- Ekološka mreža je sustav međusobno povezanih ili prostorno bliskih ekološki značajnih područja, koja uravnoteženom biogeografskom raspoređenošću značajno pridonose očuvanju prirodne ravnoteže i biološke raznolikosti. Njezini dijelovi povezuju se prirodnim ili umjetnim ekološkim koridorima
- Područja ekološke mreže u Hrvatskoj, sukladno ekološkoj mreži Europske unije NATURA 2000, podijeljena su na međunarodno važna područja za ptice te područja važna za ostale divlje svojte i stanišne tipove
- Ekološka mreža RH obuhvaća 47% kopnenog i 39% morskog teritorija RH
- **Pravilnik o ocjeni prihvatljivosti plana, programa i zahvata za ekološku mrežu (NN 118/09)**
- Ocjena je obvezna za plan, program i za zahvat koji sam ili s drugim planovima, programima ili zahvatima može imati značajan utjecaj na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže
- **Pravilnik o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za održavanje stanišnih tipova (NN 7/06, 119/09)**
- Propisuje ugroženi i rijetki stanišni tipovi te mjere za očuvanje ugroženih i rijetkih stanišnih tipova u povoljnom stanju
- **Pravilnik o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 99/09)**

- **Zakon o šumama (NN 140/05, 82/06, 129/08)**
- Uređuje uzgoj, zaštitu, korištenje i raspolaganje šumom i šumskim zemljištima kao prirodnim bogatstvom, a s ciljem održavanja biološke raznolikosti te osiguranja gospodarenja na načelima gospodarske održivosti, socijalne odgovornosti i ekološke prihvatljivosti
- Ukoliko Zakonom nije drukčije određeno, zabranjeno je:
  - Pustošenje šuma, sječa stabala ili njihovo oštećivanje
  - Čista sječa šume, ako nije predviđena šumskogospodarskim planovima
  - Krčenje šume
  - ...
- Krčenje, odnosno čista sječa šume može se dozvoliti:
  - U svrhu promjene vrsta drveća, sastojinskih oblika šume, podizanja plantaža ili izgradnje šumske infrastrukture, ukoliko to već nije određeno šumskogospodarskim planom
  - Ako se šuma ili šumsko zemljište radi interesa Republike Hrvatske trebaju privesti drugoj kulturi, odnosno namjeni
  - Ako to zahtijevaju interesi sigurnosti ili obrane zemlje
  - Ako je to potrebno radi provedbe dokumenta prostornog uređenja, odnosno akata donesenih na temelju tog dokumenta prema posebnome propisu
  - Ako je to potrebno radi građenja građevina koje se prema dokumentu prostornog uređenja, odnosno posebnom propisu mogu graditi izvan građevinskoga područja

- **Zakon o poljoprivrednom zemljištu (NN 152/08, 21/10)**
- Uređuje zaštitu, korištenje i promjenu namjene poljoprivrednog zemljišta te raspolaganje poljoprivrednim zemljištem u vlasništvu RH
- Zakonom se zabranjuje korištenje osobito vrijednog obradivog i vrijednog obradivog poljoprivrednog zemljišta u nepoljoprivrede svrhe osim u slučaju:
  - kad nema niže vrijednoga poljoprivrednog zemljišta
  - kada je utvrđen interes za izgradnju objekata koji se prema posebnim propisima grade izvan građevinskog područja
  - pri gradnji gospodarskih građevina namijenjenih isključivo za poljoprivrednu djelatnost i preradu poljoprivrednih proizvoda

- **Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09)**
- Utvrđuje mjere u cilju izbjegavanja, sprječavanja ili smanjivanja štetnih učinaka na zdravlje ljudi koje uzrokuje buka u okolišu
- **Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredinama u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)**
- Propisuje najviše dopuštene razine vanjske buke prema namjeni prostora

- Uredba o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije čija se proizvodnja potiče (NN 33/07)
- Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 33/07)
- Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 33/07)
- Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora i kogeneracije (NN 67/07)
- Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (NN 67/07)



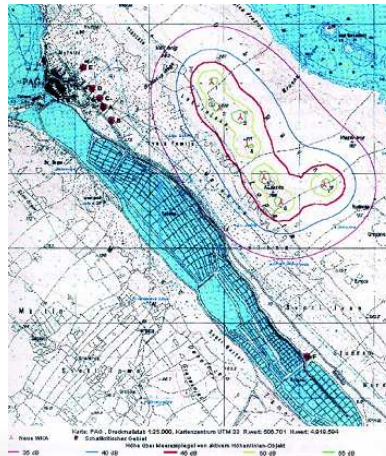
- Od međunarodnih pravnih propisa relevantnih za izgradnju i korištenje vjetroelektrana, a kojih je RH stranka, potrebno je istaknuti sljedeće:
  - Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime (Rio de Janeiro 1992.) (NN-MU 02/96)
  - Kyoto protokol uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime (Kyoto 1999.) (NN-MU 05/07)
  - Konvencija o europskim krajobrazima (Firenca, 2000.) (NN-MU 12/02)
  - Konvencija ujedinjenih naroda o biološkoj raznolikosti (Rio de Janeiro, 1992.) (NN-MU 06/96)
  - Konvencija o močvarama od međunarodne važnosti naročito kao staništa ptica močvarica (Ramsar, 1971.) (NN-MU 12/93)
  - Sporazum o zaštiti afričko-euroazijskih migratornih ptica močvarica - AEWA (Bonn, 1996.) (NN-MU 06/00)
  - Sporazum o zaštiti šišmiša u Europi - EUROBATS (London, 1991.) (NN-MU 06/00)

- **Buka**
- Najviše dopuštene imisije buke definirane su Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredinama u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene ocjenjske razine buke imisije $L_{RAeq}$ u dB(A)	
		za dan ( $L_{day}$ )	noć ( $L_{night}$ )
1.	Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju	50	40
2.	Zona namijenjena samo stanovanju i boravku	55	40
3.	Zona mješovite, pretežito stambene namjene	55	45
4.	Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem	65	50
5.	Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi)	– Na granici građevne čestice unutar zone – buka ne smije prelaziti 80 dB(A)  – Na granici ove zone buka ne smije prela ziti dopuštene razine zone s kojom graniči	

## Utjecaj na okoliš

- Proračun širenja buke (npr. računalni programi WindFarmer GH)
- Specifičan slučaj točkastog izvora buke iz razloga što emisija buke raste s jačinom vjetra čime se pojačava i pozadinska buka – kritična brzina vjetra u smislu percepcije buke iznosi 8 m/s
- Zvučna snaga suvremenih vjetroagregata iznosi 98-102 dB
- Mjere zaštite od buke:
  - Pravilni odabir mikrolokacija
  - Tijekom probnog rada potrebno je izvršiti nulto mjerenje buke za potvrdu računskog modela
  - Održavanje i kontroliranje rada vjetroagregata
  - U slučaju prekoračenja dozvoljenih razina buke potrebno je ograničiti brzinu vrtnje ili isključiti pojedine vjetroagregate



67

## Utjecaj na okoliš

- **Vizualni utjecaj**
- VE se instaliraju na vjetru izloženim mjestima koja su obično vizualno izložena – vrhovi brda, hrpti, zaravni i sl.
- U pogledu vizualnog utjecaja potrebno uzeti u obzir:
  - Veličinu i tip vjetroagregata
  - Broj vjetroagregata
  - Raspored vjetroagregata
  - Boju, sjajnost, teksturu površine
  - Uniformnost vjetroagregata
  - Značajke krajolika
  - Položaj naselja i prometnica
  - Gustoću naseljenosti
  - Zone vizualnog utjecaja
  - Stupanj zaštite krajobraza
- U fazi planiranja uklapanje vjetroelektrane u okoliš se vrši pomoću kompjutorskog određivanja zona vizualnog utjecaja (WindFarmer GH), animacija, fotomontaža te inventarizacije prostora
- Obično se koristiti svijetle, mat boje koje se najbolje uklapaju u pozadinu



68

## Utjecaj na okoliš

- **Utjecaj zasjenjenja i treperenja**
- Modeliran pomoću programskih paketa, npr. Windfarmer
- Utjecaj prisutan na udaljenostima do 10 promjera rotora
- Faktori koji utječu na intenzitet i trajanje zasjenjenja i treperenja su:
  - Udaljenost vjetroagregata od receptora (npr. naselje)
  - Kut pod kojim lopatica siječe liniju receptor-Sunce
  - Vremenski uvjeti
  - Jačina sunčeva zračenja
  - Konfiguracija terena
- Njemačko ograničenje treperenja i zasjenjivanja:
  - 30 sati godišnje
  - Maksimalno 30 minuta po danu
- Može se izbjeći u fazi planiranja

69

## Utjecaj na okoliš

- **Utjecaj na ornitofaunu**
- Do sada je na području RH zabilježeno gotovo 400 vrsta ptica, od toga oko 220 vrsta ptica gnjezdarica
- Položaj Hrvatske je značajan u vrijeme proljetne i jesenske selidbe ptica, posebno pravac selidbe na Jadranskim otocima, u obalnom području i na planinskim prijevojima
- Izgradnja VE i korištenje pristupnih putova utječe na vrste koje se zadržavaju na tlu zbog gniježđenja ili potrage za hranom
- Utjecaj tijekom rada VE
  - Direktni utjecaj – sudar s vjetroagregatom
  - Indirektni – buka može uzrokovati prestanak gniježđenja te napuštanje lokacije, gubitak staništa vezano uz izgradnju VE i prateće infrastrukture



70

- Rizik od kolizije ovisi o:
  - Vrsti ptica
  - Vidljivosti i vremenskim uvjetima
  - Orografiji terena
  - Položaju VE u odnosu na staništa važna za ptice i njihove migracijske putove
- Vrste ptica najugroženije radom VE:
  - Velike grabljivice, lešinari – veliki radijus kretanja
  - Migratorne vrste
  - Ugrožene vrste (Pravilnik o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 99/09), Crveni popis ugroženih biljaka i životinja Hrvatske)
- Kritična područja:
  - Migracijske rute (tokovi rijeka, istaknuti grebeni)
  - Staništa važna za ptice (vlažna staništa, litice)

- Istraživanja utjecaja VE na ornitofaunu se najčešće provode u okviru PUO
- Potrebno je obuhvatiti cijeli godišnji ciklus ptica: sezonu gniježdenja, proljetnu i jesensku selidbu te zimovanje
- Istraživanje uključuje:
  - Određivanje strukture lokalne zajednice ptica gnjezdarica
  - Pregled vrsta koje prelijeću područje
  - Utvrđivanje dinamike selidbe
  - Utvrđivanje rijetkih i ugroženih vrsta koje se zadržavaju na i u okolini lokacije
  - Procjenu utjecaja VE na pojedine vrste ptica

## Utjecaj na okoliš

- Uobičajene mjere zaštite ornitofaune (tehnike se još uvijek razvijaju):
  - Svjetlosni i zvučni efekti
  - Boje i uzroci lopatica vjetroagregata (bojanje vršnih dijelova lopatica crvenom ili UV bojama)
  - Hranilišta (kompenzacijska mjera)
- Monitoring – obično tijekom dvije godine nakon puštanja u rad VE
  - Praćenje gnjezdarica, preletničkih i zimujućih populacija
  - Bilježenje aktivnosti oko vjetroagregata
  - Potraga za povrijeđenim ili uginulim pticama
- U slučaju velike smrtnosti jedina moguća mjera je zaustavljanje rada pojedinih vjetroagregata ili cijele VE tijekom kritičnog perioda ili u potpunosti



73

## Utjecaj na okoliš

- **Utjecaj na faunu šišmiša**
- Na području RH zabilježeno je 35 vrsta šišmiša koje se sve nalaze na popisu strogo zaštićenih svojti prema Pravilniku o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 99/09)
- Niska stopa razmnožavanja
- Povećanje smrtnosti zbog:
  - Sudara s vjetroagregatima
  - Smanjenja životnog prostora promjenama u staništu (gnjezdišta, hranilišta, narušavanje migracijskih putova, dnevnih ruta) ili uznemiravanja (radovi pri izgradnji i uklanjanju VE, buka, kretanje lopatica)



74

- Razlozi prolaska i boravka šišmiša u području VE:
  - Migracija
  - Hranjenje
  - Kretanje od skloništa prema hranilištu
  - VE su često privlačna mjesta za insekte koji predstavljaju hranu za šišmiše
- Kritična područja:
  - U blizini kolonija – špilje, jame, tavani
  - Rub šume, grebeni (migracija, letenje od skrovišta prema hranilištu)
  - Vlažna staništa, rub šuma – hranjenje
  - Šumovita područja – hranjenje, sklonište (preporuka EUROBATS - lociranje VE minimalno 200 metara od šuma)
- Vrste šišmiša najugroženije radom VE:
  - Migratorne vrste (pretpostavlja se da prilikom migracije koriste sporiji ritam ehelokacije, pogotovo vrste koje migriraju na većim visinama)
  - Ugrožene vrste (Crvena knjiga sisavaca Hrvatske)

- Istraživanje utjecaja VE na faunu šišmiša bi se trebalo provoditi u okviru PUO:
  - Obuhvatiti cijelu sezonu (od travnja do studenog) čime bi se obuhvatila proljetna i jesenska migracija i ljetni period kada ženke formiraju porodiljne kolonije s mladima
  - Istraživanja porodiljinih i zimskih kolonija
  - Procijeniti utjecaj na skloništa, dnevna kretanja, lokacije hranjenja, migracije
  - Identifikacija značajki krajolika koje su značajne za šišmiše
- Monitoring tijekom dvije godine nakon početka rada VE:
  - Zvučni monitoring
  - Vizualna promatranja šišmiša
  - Vizualna promatranja kukaca
  - Monitoring ključnih staništa
  - Sakupljanje mrtvih šišmiša
- U slučaju velike smrtnosti jedina moguća mjera je zaustavljanje rada pojedinih vjetroagregata ili cijele VE tijekom kritičnih perioda

- **Utjecaj na ostalu faunu**
- Vjerojatan utjecaj na entomofaunu (leteće vrste)
- Utjecaj buke na krupnu divljač i stoku – nije zabilježen veći negativni utjecaj
- Nedovoljna istraženost
- Na lokaciji VE ne smije biti nikakvih umjetnih prepreka (ograda) kako bi se omogućio povratak životinja te kako bi svi prirodni koridori i migracijski putovi kopnene faune ostali slobodni

- **Utjecaj na staništa i floru**
- Utjecaj uglavnom tijekom izgradnje
- Provesti prethodno istraživanje vezano uz:
  - Točkaste lokalitete NEM-a
  - Ugrožena i rijetka staništa
  - Sastav flore na lokaciji s identifikacijom zaštićenih i strogo zaštićenih vrsta
- Izvoditi radove tako da se minimalizira pojave erozije te degradacija postojeće vegetacije
- Odvajanje humusnog sloja tijekom izgradnje, te potom vraćanje kao zadnjeg sloja na dijelove terena koji nisu obuhvaćeni servisnim površinama kako bi se ubrzala revitalizacija staništa
- U slučaju identifikacije zaštićenih i strogo zaštićenih vrsta njihova staništa bi bilo nužno privremeno ograditi kako bi se zaštitile tijekom izgradnje

- **Elektromagnetske smetnje**
- VE može prouzročiti smetnje kod prijama radio i mikro valova koji se koriste za prijenos radio-televizijskih, komunikacijskih i navigacijskih signala
- Pri pozicioniranju VE izbjegavati linije prijenosa između odašiljača i prijarnika
- **Utjecaj zaleđivanja**
- Ukoliko se na vjetroagregat uhvati led, komadi leda mogu biti odbačeni s vjetroagregata
- Ovisi o klimatskim prilikama
- **Otpad**
  - Strojna i transformatorska ulja (zbrinjava sukladno Pravilniku o gospodarenju otpadom (NN 23/07, 111/07))
- **Akcidenti**
  - Otkidanje lopatice ili rušenje vjetroagregata (dovoljna udaljenost od naselja i prometnica)
  - Udar munje, izbijanje požara (projektiranje cjelovitog sustava zaštite od munja i požara)

- **Klimatske promjene – smanjivanje emisije CO<sub>2</sub>**
  - Emisije CO<sub>2</sub> iz termoelektrana u RH – 0,78 kg/kWh
  - Hrvatska je ratificirala Kyotski protokol i time preuzela obvezu smanjenja emisija stakleničkih plinova za 5% u razdoblju od 2008. do 2012. godine u odnosu na razinu emisija iz bazne godine
  - Cilj Europske unije je smanjenje emisija u odnosu na 1990. godinu za 20%, odnosno 30% ako određene obveze prihvate ostale države (posebice Kina, Indija, Brazil)
- **Smanjenje emisija SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>**
  - Emisije SO<sub>2</sub> iz termoelektrana u RH – 4,82 g/kWh
  - Emisije NO<sub>x</sub> iz termoelektrana u RH – 1,36 g/kWh



- Adekvatan izbor lokacije
  - Izvan zaštićenih područja
  - Izbjegavanje migracijskih ruta za ptice i šišmiše (rijeke, grebeni)
  - Izbjegavanje staništa važnih za ptice i šišmiše (vlažna staništa, šumovita područja)
  - Izbjegavanje utjecaja na zaštićene i strogo zaštićene biljne vrste
  - Procjena utjecaja na točkaste lokalitete NEM-a
  - Procjena utjecaja na krajobraz
  - Izbjegavati negativni utjecaj na kulturnu baštinu
  - Procjena utjecaja na naseljena područja

- Lociranje VE na područjima:
  - Neprikladnim za druge djelatnosti
  - Na livadama, pašnjacima, poljoprivrednom zemljištu jer postavljanje VE ne isključuje korištenje lokacije u navedene svrhe - višenamjensko korištenje prostora
- Strateški i interdisciplinarni pristup lociranju VE
  - Stručnjaci iz područja prostornog planiranja, ekologije, energetike i dr.
- Uključivanje javnosti
  - Lokalna zajednica, NVU i sl.



## Vjetroelektrane Prostorno-planski aspekti

ENergy Efficiency and  
Renewables–SUPporting Policies  
in Local level for Energy



Splitsko-dalmatinska županija



Grad Labin



Medimurska županija



Energetski institut Hrvoje Požar  
Odjel za obnovljive izvore energije i energetska efikasnost

Jointly for our common future

### Program

- **Zakonske obaveze**
- **Metodologija izbora lokacije**
- **Kriteriji za ocjenjivanje potencijalnih lokacija**
- **Prijedlog mjera za uklanjenje barijera razvoju projekata vjetroelektrana**

### Razvojna strategija Republike Hrvatske

- Ostvarivanje rasta i razvoja gospodarstva, makroekonomska stabilnost, socijalna kohezija i održivi razvitak svih regija
- Bitan element je i razvoj energetskeg sektora i njegov utjecaj na gospodarski i socijalni razvoj, zaštitu okoliša i korištenje prostora

### Strategija energetskeg razvitka Republike Hrvatske

- Energetski sektor kao potpora za ostvarivanje rasta i razvoja gospodarstva, makroekonomske stabilnosti, socijalne kohezije i održivi razvitak svih regija

Energetski sustav planiran i ostvaren prema kriterijima:

- Diktiran potrebama korisnika,
- Raznolik i koristi različite raspoložive izvore i tehnologije ovisno o lokalnim uvjetima i mogućnostima,
- Decentraliziran,
- Koristi raspoloživu energiju učinkovito,
- Teži korištenju čistijih energenata i tehnologija u najvećoj mogućoj mjeri
- Uklapanje nacionalnog energetskeg sustava u regionalne, europske i svjetske trendove, tijekove i tržišta - stvaranje uvjeta za tržišno gospodarenje energijom

### Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (1997)

- Temeljni državni dokument za usmjeravanje razvoja u prostoru (čl. 64. ZPUG NN 76/07). Donosi se za razdoblje od 8 godina.
- Određuje dugoročne zadaće prostornog razvoja, strateška usmjerenja razvoja djelatnosti u prostoru i polazišta za koordinaciju njihovih razvojnih mjera u prostoru
- Razvojni dokumenti pojedinih područja i djelatnosti ne mogu biti u suprotnosti sa Strategijom.

### Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- utvrđuje mjere i aktivnosti za provođenje Strategije i određuje u skladu sa Strategijom temeljna pravila, kriterije i uvjete prostornog uređenja na državnoj, područnoj (regionalnoj) i lokalnoj razini za razdoblje od 8 (4) godina.

## Zakonske obaveze



### Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (1997)

Ciljevi, smjernice i mjere energetskeog razvoja obzirom na prostorni raspored i uređenje:

- Zadržati sve postojeće lokacije energetskeih objekata kao podlogu za širenje i razvitak energetskeog sustava (eksploatacijska polja nafte i plina s pripadajućim naftovodima i plinovodima, rafinerije, Jadranski naftovod, hidroelektrane i termoelektrane, dalekovode i transformatorske stanice itd.),
- Postojeće energetske i prijenosne sustave osuvremeniti i (ili) proširiti (osuvremenjivanje /proširenje ne postavlja značajnije nove prostorne zahtjeve),
- Zadržati sve do sada istražene i potencijalne lokacije za moguće nove energetske objekte za koje predstoje potrebna daljnja istraživanja,
- Zadržati postojeće i osigurati nove lokacije i koridore energetskeih objekata koji Hrvatsku povezuju sa susjednim zemljama,

87

## Zakonske obaveze



### Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (1997)

Ciljevi, smjernice i mjere energetskeog razvoja obzirom na prostorni raspored i uređenje:

- Dosljedno primjenjivati Kriterije za izbor lokacija termoelektrana i nuklearnih objekata u Republici Hrvatskoj (Uredba Vlade Republike Hrvatske),
- Istražiti s gospodarskog i ekološkog gledišta mogućnosti i opravdanost širenja plinske mreže u Republici Hrvatskoj,
- **Poticati i usmjeravati korištenje dopunskih energetskeih izvora na županijskoj ili općinskoj razini,**
- **Osigurati odgovarajuće nadoknade lokalnoj zajednici na čijem se teritoriju objekti grade,**
- Otvoriti mogućnost sudjelovanja u razvitku energetike različiteih vlasničkih subjekata te definirati potrebu za određenom pravnom regulativom koja bi uredila odnose među sudionicima energetskeog sustava,
- Primjenjivati najrelevantnije kriterije zaštite okoliša kod gradnje energetskeih i prijenosnih sustava.

88

### Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- određeni su prioriteti i dana detaljna pravila i upute za određivanje i uređenje prostora koji će biti namijenjeni za proizvodnju energije
- 90% potreba za električnom energijom iz izvora na vlastitom teritoriju, modernizacijom i proširivanjem postojećih te izgradnjom novih kapaciteta
- Trenutno stanje: kratkoročni cilj o izgradnji 1500 MW novih kapaciteta do 2010. godine, neće biti ispunjen i da će ispunjenja tog cilja Hrvatska morati zadovoljavati energetske potrebe iz drugih izvora (najvećim dijelom uvozom električne energije)
- Mjere na postojećim postrojenjima – povećanje učinkovitosti

### Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- Zadržavanje svih postojećih lokacija energetskih objekata, kod rekonstrukcije ili zamjene postrojenja, zahvate izvoditi po najvišim tehnološkim, ekonomskim i ekološkim kriterijima uz saniranje i uređenje okoliša elektrane, poboljšanje tehnologije i zamjena energenata gdje je to moguće, zadržavanje energetskih objekata koji su nas povezivali sa susjednim zemljama
- Izgradnja novih energetskih postrojenja predviđena je za tri područja: šire područje srednje i sjeverne Dalmacije, šire područje istočne Slavonije i šire područje Zagrebačke i Sisačko-moslavačke županije

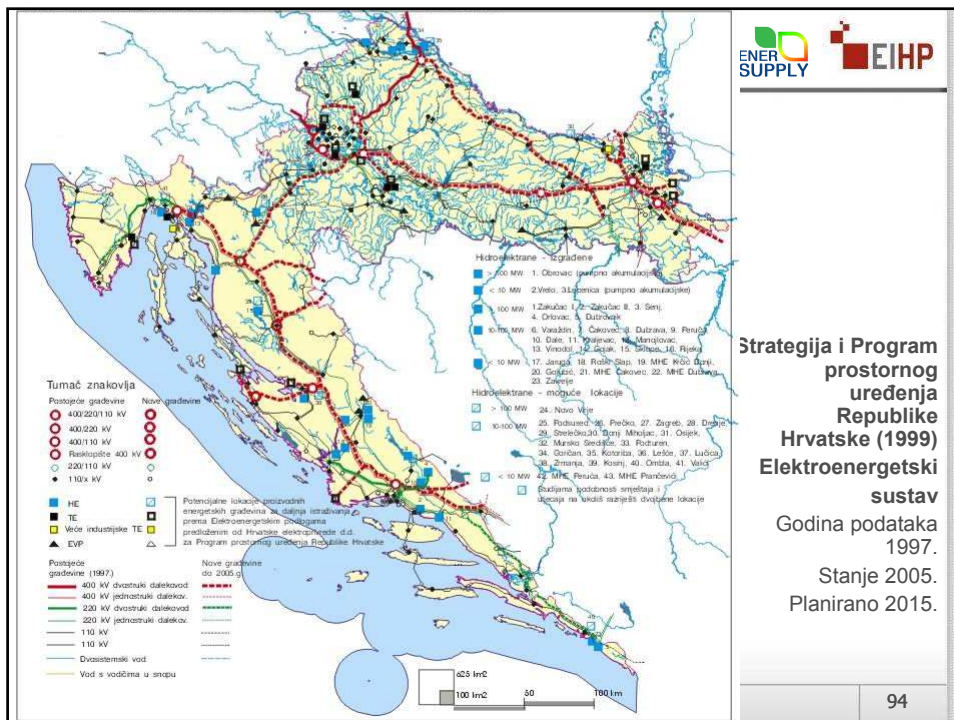
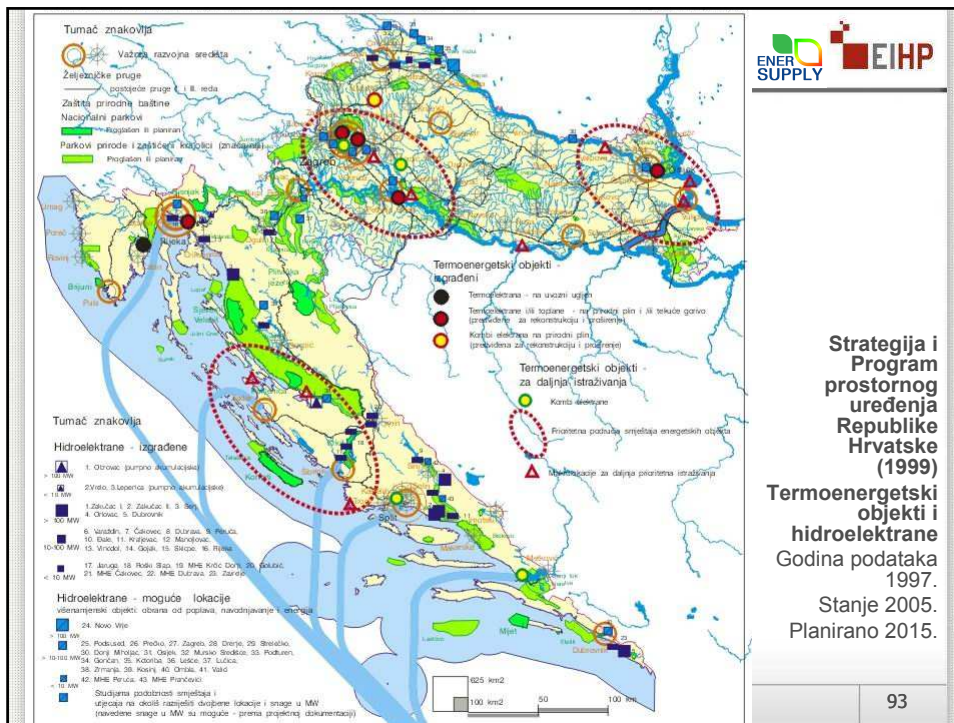
### Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

- Zagovarati otvoreni pristup, odnosno određenu internacionalizaciju izgradnje energetske postrojenja; razmotriti sve predložene potencijalne lokacije za nove energetske objekte uz određenu novelaciju, radi postupka optimalizacije snabdijevanja energijom do 2015. g. i pri odabiru primjenjivati Kriterije za lociranje termoelektrana i nuklearnih objekata u Republici Hrvatskoj; osigurati nove lokacije za povezivanje/zajedničku izgradnju, prvenstveno hidroelektrana s Mađarskom, BiH, i Slovenijom; stvoriti uvjete za korištenje dopunskih izvora na županijskoj ili općinskoj razini, osigurati odgovarajuće nadoknade lokalnoj zajednici za energetske objekte, izraditi i provoditi nove plinske projekte, posebnu pažnju treba posvetiti izboru energenata.

### Program prostornog uređenja Republike Hrvatske (1999)

**Korištenje drugih izvora energije i dopunska rješenja** s ciljem poboljšanja ukupnih bilanci i sigurnosti opskrbe, te štednji energije, a obuhvaća sustave postavljene u Nacionalnim programima za izgradnju malih postrojenja:

- sustav malih elektrana (MAHE)
  - Sunčeva energija (SUEN)
  - bioenergija (BIOEN)
  - energija vjetra (ENWIND)
  - geotermalna energija (GEOEN).
- 
- Vjetroelektrane se trebaju uskladiti s drugim korisnicima prostora, te sa zahtjevima zaštite prostora, a planiraju se kao složeni prostorno gospodarski, infrastrukturni i ekološki sustavi, uključivši sve potrebne pripreme radove i postupke verifikacije koji omogućavaju cjelovit uvid i prosudbu o svrsishodnosti takvih zahvata.



### Zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN 67/07 i 38/09) čl. 51.

- U zaštitnom obalnom području mora se ne može planirati, niti se može izdavati lokacijska dozvola ili rješenje o uvjetima građenja za građevine namijenjene za:
  - iskorištavanje snage vjetra za električnu energiju
  - ne odnosi se na gospodarske aktivnosti vezane uz energetske mineralne sirovine (nafta i prirodni plin).
- Zaštitno obalno područje mora obuhvaćati prostor otoka i priobalja do 1000 m od obalne crte i pojas mora u širini od 300 m od obalne crte

### Uredba o određivanju građevina od važnosti za RH NN 116/07

- Građevine za koje je u postupku izdavanja lokacijske dozvole potrebna suglasnost Ministarstva obuhvaćene su energetske građevine i hidroelektrane instalirane snage manje od 20 MW, dakle vjetroelektrane mogu biti obuhvaćene.

### Redoslijed radnji

- Faza 1: Preliminarni odabir lokacija (širi izbor)
- Faza 2: Obilazak lokacija, prikupljanje terenskih podataka, redefiniranje šireg izbora lokacija
- Faza 3: Primjena eliminacijskih kriterija i definiranje užeg izbora lokacija
- Faza 4: Prikupljanje relevantnih podataka za lokacije iz užeg izbora uključujući rezultate modela strujanja te informacije i mišljenja o stanju mreže
- Faza 5: Detaljan opis lokacija užeg izbora te ocjenjivanje po unaprijed definiranim elementima (kriterijima)
- Faza 6: Matrica evaluacije, rangiranje lokacija i zaključak
- Faza 7: Sveobuhvatni utjecaji – dodatno vrednovanje usklađenosti novih elemenata s prostornim planom.



- Osnovni tehnički preduvjeti – potencijal
- Položaj energetskog postrojenja u elektroenergetskom sustavu
- Karakteristike okoliša lokacije – prepoznati ograničenja:
  - Ekološka
  - Prostorno – planska
  - Zaštita kulturne baštine
  - Nacionalna regulativa zaštite okoliša
  - EU regulativa
  - Međunarodne konvencije i sporazumi

### Kriteriji i smjernice

- Korisni kod izrade prostornih planova i provedbe strateške procjene utjecaja na okoliš
- **Cilj: odabir lokacije s najmanjim nepovoljnim utjecajem na zaštićene dijelove prirode i vrijedne ekosustave, te u što većom mjeri osigurati povećanje životnog standarda ljudi**

### Prirodne karakteristike

- Zaštićena područja – izbjeći lokaciju ili smanjiti utjecaj na zaštićeno područje
- Ekosustav – izvan područja ekološki vrijednih i zaštićenih staništa (šume, močvare, migracijski koridori ptica, šišmiša i dr.) ili primijeniti mjere zaštite

### Društvene (socijalne) karakteristike

- Utjecaj na stanovništvo – prednost nenaseljenim lokacijama ili predstaviti zadovoljavajuće objašnjenje i osigurati kompenzacijska financijska sredstva uz sporazumni pristanak stanovništva
- Životni standard – prednost lokacijama koje će ostvariti pozitivan utjecaj na životni standard stanovništva, postojeća i planirana infrastruktura zadovoljava potrebe energetskog objekta ili pripremiti i provesti plan unapređenja infrastrukture
- Kulturne vrijednosti – prednost lokacijama bez ugrožavanja lokalnih arheoloških nalazišta ili drugih povijesnih i kulturnih građevina ili smanjiti utjecaje na najmanju moguću razinu i pripremiti plan zaštite i očuvanja ugroženih nalazišta/gr građevina
- Krajobraz – prednost lokacijama bez narušavanja krajobraznih vrijednosti ili predvidjeti mjere kojima se smanjuju vizualni utjecaji

### Procjena utjecaja na okoliš

- Ekosustav malog – ptice i šišmiši
- Stanovništvo – udaljenost od naselja, buka
- Krajobraz i kulturno nasljeđe – vizualni utjecaj, ugrožavanje arheoloških lokacija ili povijesnih objekata
- Infrastruktura i gospodarske aktivnosti
- Kumulativni utjecaj izgradnjom vjetroelektrana - razvoj novih gospodarskih aktivnosti, korištenje više od 2 prirodna potencijala lokacije, razvoj nove prometne infrastrukture, razvoj alternativne prometne infrastrukture
- Mjere zaštite okoliša za sve nepovoljne utjecaje
- Na temelju mjerenja, stručnih analiza, intervjua, terenskih i ostalih istraživanja – prostorno planiranje, građevinarstvo, strojarstvo, elektrotehnika, biologija, arhitektura, povijest umjetnosti – uz suglasnost nadležnih lokalnih tijela

### Doprinosi za prostor i zajednicu – komplementarnost aktivnosti

- Pобољшanje prometne i/ili energetske lokalne infrastrukture
- Razvoj turizma (planinarenje, lov), zona za rekreaciju i stvaranje novih turističkih atrakcija
- Poljoprivredno (ratarstvo i stočarstvo) iskorištavanje zemljišta
- Zapošljavanje nove radne snage na upravljanju postrojenja i drugim posrednim gospodarskim aktivnostima

## Kriteriji za ocjenjivanje potencijalnih lokacija – vjetroelektrane



### Ocjene

#### Kriteriji ograničenja

- Podaci prostornog uređenja – namjena površina, mjere zaštite u prostoru, zaštita okoliša, zaštita prirode - udaljenost naselja, blizina zaštićenih područja i staništa, kvalitativna procjena vrijednosti zemljišta
- Infrastrukturni sustavi – elektroenergetski – udaljenost priključka na EES, ekspertna ocjena mogućnosti prihvata obzirom na stanje mreže prometni sustav – izgradnja pristupnog puta

#### Kriteriji lokacije

- Tehnički potencijal na temelju mjerenja i karakteristika terena
- Vlasnički odnosi
- Utjecaj na razvoj lokalne zajednice i postojećih gospodarskih aktivnosti

#### Ekonomski kriteriji

- Isplativost projekta – troškovi pogona i održavanja, amortizacija, troškovi kapitala, porez na dobit, rezultati poslovanja

101

## Kriteriji za ocjenjivanje potencijalnih lokacija – vjetroelektrane



### Težišni faktori za ocjenjivanje potencijalnih lokacija

- Vrednuju ocjene ograničenja i podataka o lokaciji
- Ukupno vrednovanje i rangiranje

### Konačna ocjena lokacije – metoda matrične evaluacije

$$S_{tot} = \sum S_k * z_k$$

gdje je,

$S_{tot}$  – ukupna ocjena lokacije,

$S_k$  – ocjena lokacije po kriteriju k,

$z_k$  – težinski faktor kriterija k.

102

## Primjer definiranja lokacija u PP



### Prostorni plan uređenja Splitsko-dalmatinske županije

- Programu korištenja obnovljivih izvora energije daje se poseban značaj zbog velikih resursnih potencijala prostora Županije obnovljivim izvorima energije i ekoloških podobnosti njihovih programa (tehničko-tehnoloških procesa pretvorbe energije). Program korištenja energije vjetra određen je PPSDŽ definiranjem makrolokacija tog sustava u granicama kojih će se detaljno izvršiti istraživanje, s aspekta korištenja i namjene prostora, za detaljno određenje prostora za smještaj vjetroagregata i pratećih sadržaja
- Na području Županije određeno je 25 zona: Kostanje, Perun, Svilaja, Debelo brdo-Vrdovo, Vitrenjaci, Žeževačka ljut, Katuni, Lukovac, Bradarića kosa, Plane, Ričipolje, Kočinje brdo, Bazije, Trapošnik, Čemernica, Boraja, Bili brig-Vaganj, Pometeno brdo, Voštane, Visoka-Zelovo, Njivice, Opor, Vučipolje-Hrvace Ruda-Otok i Orlovac Otok.
- Ovi objekti ne mogu se graditi kao izdvojeni izvan Planom utvrđenih površina i unutar ZOP-a.
- Ovi objekti grade se izvan granica građevinskog područja. Površine za izgradnju vjetroelektrana određuju se unutar utvrđenih makrolokacija u grafičkom dijelu PPSDŽ. Stručnim podlogama temeljem kojih se utvrđuje lokacijska dozvola rješavaju se i uvjeti i kriteriji za izgradnju transformatorske stanice i rasklopnih postrojenja, prijenosnih sustava i prometnog rješenja.

Prostorni plan uređenja Splitsko-dalmatinske županije Sl.glasnik 1/03, 5/05, 5/06, 13/07)

103

## Primjer definiranja lokacija u PP



### Prostorni plan uređenja Splitsko-dalmatinske županije

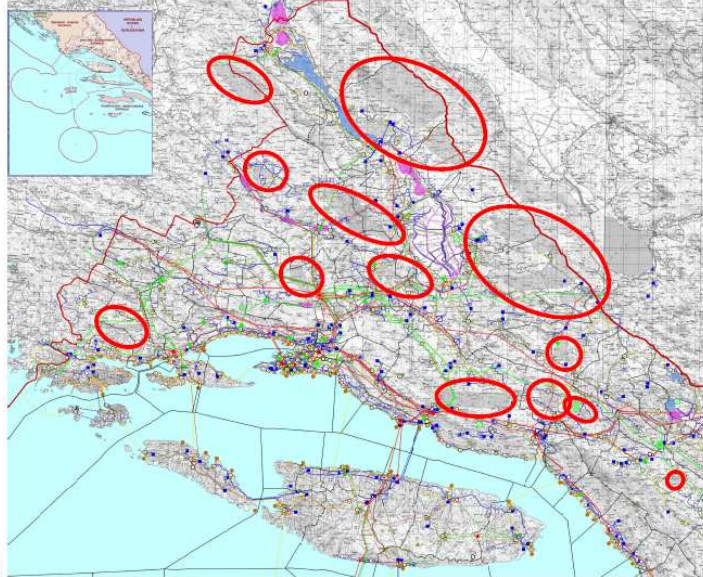
Uvjeti i kriteriji za određivanje ovih površina su:

- vjetroelektrane se ne mogu graditi na poljoprivrednom zemljištu I. i II. bonitetne klase,
- provedeni istražni radovi,
- ovi objekti ne mogu se graditi na područjima izvorišta voda, zaštićenih dijelova prirode i krajobraznih vrijednosti,
- veličinu i smještaj površina odrediti sukladno analizi zona vizualnog utjecaja,
- površine odrediti na način da ne stvaraju konflikte s telekomunikacijskim i elektroenergetskim prijenosnim sustavima,
- vjetroelektrane se sastoje od više vjetroagregata i prostor između vjetroagregata je slobodan i koristi se u skladu s namjenom prostora,
- površine vjetroelektrana ne mogu se ograđivati,
- interni rasplet elektroenergetske mreže u vjetroelektrani mora biti kabliran,
- predmet zahvata u smislu građenja je izgradnja vjetroagregata pristupnih putova, kabliranja i TS,
- nakon isteka roka amortizacije objekti se moraju zamijeniti ili ukloniti, te zemljište privesti prijašnjoj namjeni,
- udaljenost vjetroagregata od prometnica visoke razine uslužnosti je minimalno 500 metara zračne linije,
- udaljenost od ostalih prometnica minimalno 200 metara zračne udaljenosti,
- udaljenost vjetroagregata od granice naselja i turističkih zona minimalno 500 metara zračne udaljenosti i
- ovi objekti grade se u skladu sa ekološkim kriterijima i mjerama zaštite okoliša.

Prostorni plan uređenja Splitsko-dalmatinske županije Sl.glasnik 1/03, 5/05, 5/06, 13/07)

104

## Primjer definiranja lokacija u PP



Prostorni plan uređenja Splitsko-dalmatinske županije Sl.glasnik 1/03, 5/05, 5/06, 13/07)

105

## Prijedlog mjera za uklanjenje barijera razvoju projekata vjetroelektrana

- Priprema i izrada verificiranih atlasa vjetra – nacionalnih i regionalnih
- Priprema kvalitetnih podloga za provođenje izbora i ocjena lokacija
- Planiranje demonstracijskih (ispitnih i testnih) zona za postrojenja – privremeni objekti s jednostavnijom procedurom ishoda dozvola
- Pojednostavljenje procedure priključka na mrežu i stjecanja statusa povlaštenog proizvođača energije
- Regulacija položaja vjetroelektrana u elektroenergetskom sustavu
- Organizacija operatera opskrbe energijom za nove zahtjeve korisnika i elektroenergetskog sustava
- Planiranje novih infrastrukturnih objekata – na razini elektroenergetskog sustava i prostornih planova – prijenosni sustav, trafostanice, prometni koridori
- Uključivanje domaće industrije u izradu elemenata za postrojenja i mogućnost proširenja njihove infrastrukture

106

# ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Programme co-funded by the EUROPEAN UNION



Margareta Zidar, dipl.ing.arh.



## Vjetroenergetika

ENERgy Efficiency and  
Renewables–SUPporting Policies  
in Local level for EnergyY

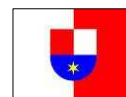


Splitsko-dalmatinska županija



Grad Labin

Energetska efikasnost i  
obnovljivi izvori energije –  
potpora kreiranju energetske  
politike na lokalnoj razini



Medimurska županija



Energetski institut Hrvoje Požar - Odjel za OIE i EE

Jointly for our common future

- projekti vjetroelektrana u RH
- male vjetroelektrane - osnove

Registar OIEKPP

Dozvola	Broj projekata	Ukupna snaga MW
PEO ili PEOz	125	5192
EO	10	222
Upis	2	17

Županija	Broj projekata	Broj MW
Zagrebačka	1	36
Zadarska	20	892
Vukovarsko-srijemska	3	146
Šibensko-kninska	28	942
Splitsko-dalmatinska	43	1517
Primorsko-goranska	11	396
Osječko-baranjska	1	40
Ličko-senjska	6	425
Koprivničko-križevačka	1	24
Istarska	5	212
Dubrovačko-neretvanska	18	801

## Projekti vjetroelektrana u RH



### ugovori s HROTEom

Nositelj projekta	Postrojenje	Instalirana snaga (kW)
<b>Vjetroelektrane</b>		
EKO d.o.o.	Vjetroelektrana ZADAR 2 (ZD2)	18.000,00
EKO d.o.o.	Vjetroelektrana ZADAR 3 (ZD3)	18.000,00
VELIKA POPINA d.o.o.	Vjetroelektrana ZD6	18.000,00
VALALTA d.o.o.	Vjetroelektrana Vrataruša	42.000,00
<b>Ukupno instalirana snaga</b>		<b>96.000,00</b>

Povlašteni proizvođač	Postrojenje	Instalirana snaga (kW)
<b>Vjetroelektrane</b>		
ADRIA WIND POWER d.o.o.	mala vjetroelektrana „Ravne 1“	5.950,00
VJETROELEKTRANA Trtar-Krtolin d.o.o.	VJETROELEKTRANA TRTAR-KRTOLIN	11.200,00
KONČAR-OBNOVLJIVI IZVORI d.o.o.	PROTOTIP VJETROAGREGATA KO-VA 57/1	1.000,00
VJETROELEKTRANA ORLICE d.o.o.	Vjetroelektrana Orlice	9.600,00
<b>Ukupno instalirana snaga</b>		<b>27.750,00</b>

111

## Projekti vjetroelektrana u RH



### Rješenja o statusu povlaštenog proizvođača (HERA)

Prethodno	Snaga (MW)	Konačno	Snaga (MW)
VE ZD 2	18	VE Ravne	5,95
VE ZD 3	18	VE Trtar-krtolin	11,2
VE Vrataruša	42	VE Orlice	9,6
VE Ponikve	34	VE Pometeno brdo – prototip	1
VE ZD 6 (Velika Popina)	18		
<b>UKUPNO</b>	<b>130</b>		<b>27,8</b>

112



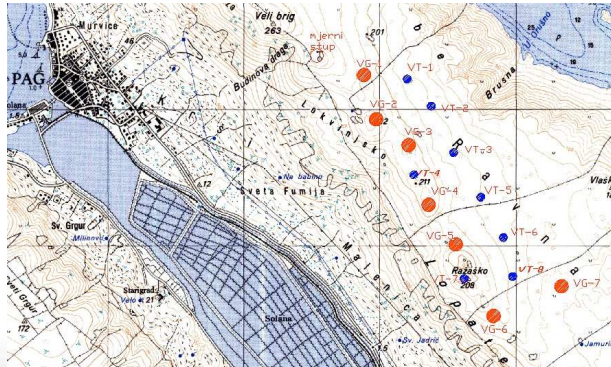
## Projekti vjetroelektrana u RH

### VE Ravne – Pag – Adria wind power

- 7 vjetroagregata Vestas V52-850 kW
- u pogonu od 2005. godine

u 2005. godini  
1600 FLH

- V52-850 kW
- 49 m visok stup
- 52 m promjer lopatica
- asinkroni generator



113

## Projekti vjetroelektrana u RH

### VE Trtar-krtolin – Šibenik – Enersys

- 14 vjetroagregata Enercon E-48
- u pogonu od lipnja 2006. godine

u 2007. – 2457 FLH  
u 2009. – 2820 FLH



- Enercon E-48
- 800 kW
- visina stupa 48 m
- promjer lopatica 50 m
- sinkroni generator

114

**VE Orlice – Šibenik – Enersys**

- 11 vjetroagregata Enercon – 8×E-44 + 3×E-48
- 800 kW agregati proizvode više od 900 kW agregata!
- u pogonu od lipnja 2009. godine



- Enercon E-44
- 900 kW
  - visina stupa 55 m
  - promjer lopatica 44 m
  - sinkroni generator

115

**VE Pometeno brdo – Split (Konjsko) – Končar**

- 1 vjetroagregat Končar KO VA 57/1
- prototipni vjetroagregat pogonu od rujna 2008. godine



- Končar KO VA 58/1
- 1000 kW
  - visina stupa 60 m
  - promjer lopatica 57 m
  - sinkroni generator

116

**VE Vrataruša – Senj – Valalta (Selan)**

- 14 vjetroagregata Vestas – V90 3 MW
- u probnom pogonu oko godinu dana

- Vestas V90
- 3 MW
  - visina stupa 80 m
  - promjer lopatica 90 m
  - asinkroni DFIG generator



117

**VE Velika Popina – Gračac – Dalekovod/EKO**

- 4 vjetroagregata Siemens – SWT-2.3-93
- tek izgrađeno

- Siemens SWT-2.3-93
- 2,3 MW
  - visina stupa 80 m
  - promjer lopatica 93 m
  - asinkroni DFIG generator



118

## Mali vjetroagregati



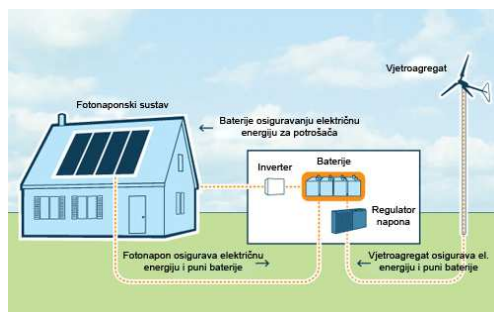
<http://www.allsmallwindturbines.com/>

119

## Mali vjetroagregati

Najčešća primjena - mjesta udaljena od mreže (izolirani/autonomni sustavi)  
- napajanje odašiljača, osamljenih vikendica i sl.

Snage od 50 W do 20 kW  
Stupovi visine od 3 m do 20 m



120

## Mali vjetroagregati

### Koncepti



Vertikalna os vrtnje



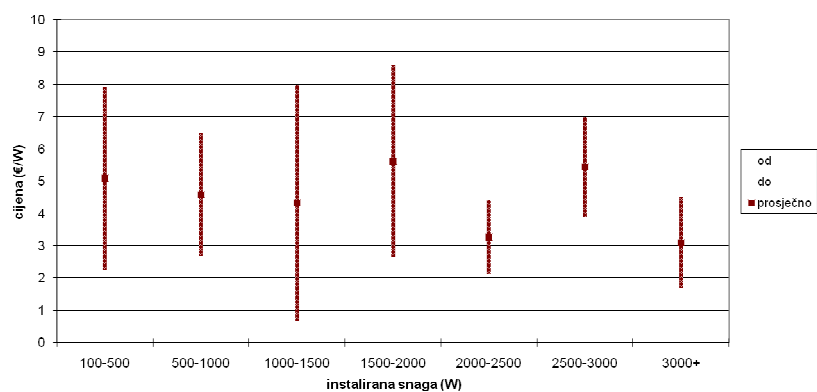
Horizontalna os vrtnje



Novi hibridni koncepti

## Mali vjetroagregati

jedinične cijene malih vjetroagregata



# ZAHVALJUJEMO NA PAŽNJI !



Jointly for our common future



Siniša Knežević, dipl.ing.el.