

Potencijal energije vetra i vetroparkovi u Srbiji i Vojvodini

SEMINARSKI RAD
ALTERNATIVNI IZVORI ENERGIJE

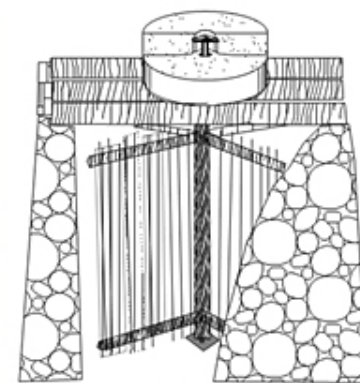
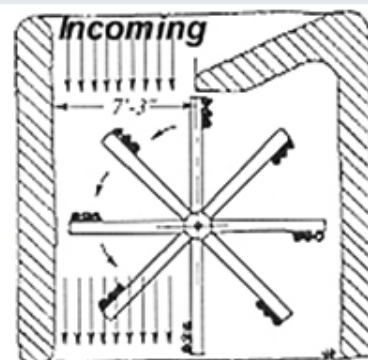


Energija vetra

- ❑ **ISTORIJAT KORIŠĆENJA ENERGIJE VETRA**
- ❑ **DEFINICIJA I TEHNOLOGIJA KORIŠĆENJA ENERGIJE VETRA**
- ❑ **PRINCIP RADA VETROGENERATORA**
- ❑ **POTENCIJAL ENERGIJE VETRA**
- ❑ **IZBOR LOKACIJE VETROELEKTRANE**
- ❑ **MOGUĆNOST POVEZIVANJA VETROELEKTRANA U ENERGETSKI SISTEM**
- ❑ **EKONOMIJA ENERGIJE VETRA**

Istorijat korišćenja energije vetra

- Stari Egipćani koristili vetar za pokretanje brodova. Pretpostavlja se da su neke vrsta vetrenjača postojale u Kini i Japanu još pre 3000 godina.
- Prvi pisani podaci o vetrenjačama potiču tek iz 947. godine i spominju vetrenjaču izgrađenu u Persiji, u blizini granice sa Avganistanom. Ova vetrenjača je imala vertikalnu osovinu i radila je na principu vodenice na vodotokovima pošto je vetar duvao stalno iz istog pravca .
- U Evropi su se vetrenjače sa horizontalnom osovinom pojavile krajem 12. veka i to na obalama Mediteranskog mora i u severnoj Francuskoj. Sredinom 19. veka u Holandiji je postojalo oko 9.000 vetrenjača, u Nemačkoj 18.000, Engleskoj 80.000, Danskoj 3.000, Francuskoj 20.000.
- Korišćenje energije vetra u proizvodnji električne energije počelo je da se razvija tridesetih godina dvadesetog veka i tada je počela izgradnja prvih vetroelektrana.
- Krajem osamdesetih i devedesetih godina 20. veka u Evropi počinje razvoj i izgradnja savremenih vetrenjača za proizvodnju energije



Vetrenjača sa sistemom vertikalne osovine koja je razvijena u Persiji između 5. i 9. veka

Istorijat korišćenja energije vetra -Vojvodina-

- Prva vetrenjača na tlu Srbije podignuta je krajem 18. veka u Elemiru kod Zrenjanina.
- Za manje od 100 godina sagrađeno je oko 280 vetrenjača širom Vojvodine.
- Do danas je sačuvano svega par vetrenjača koje su mahom dosta oštećene.
 - a. *“Bošnjakova vetrenjača” u Melencima iz 1899. godine;*
 - b. *Vetrenjača u Bačkoj Topoli sagrađena sredinom 19. veka*
 - c. *Vetrenjača za pogon pumpi za snabdevanje vodom sagrađena 1900. godine u selu Šušara u opštini Vršac. Vetrenjača prečnika pet metara koja je montirana na vrh rešetkastog stuba visokog 30 metara proizvedena je u Drezdenu, dok su pojedini delovi napravljeni u Ajfelovoj radionici u Parizu.*



Definicija i tehnologija korišćenja energije vetra

Energija vetra predstavlja proces pretvaranja kinetičke energije vetra u mehaničku energiju, tj. koristan rad. U narednoj transformaciji ako se električni generator poveže sa pokretnim delom, tj. rotorom modernih turbina, energija vetra koji okreće rotor konvertuje se u električnu energiju.

$$P = \frac{1}{2} C_p \rho S v_1^3$$

v_1 – brzina vetra na ulasku u vetroturbinu (m/s),

ρ – gustina vazduha (kg/m³),

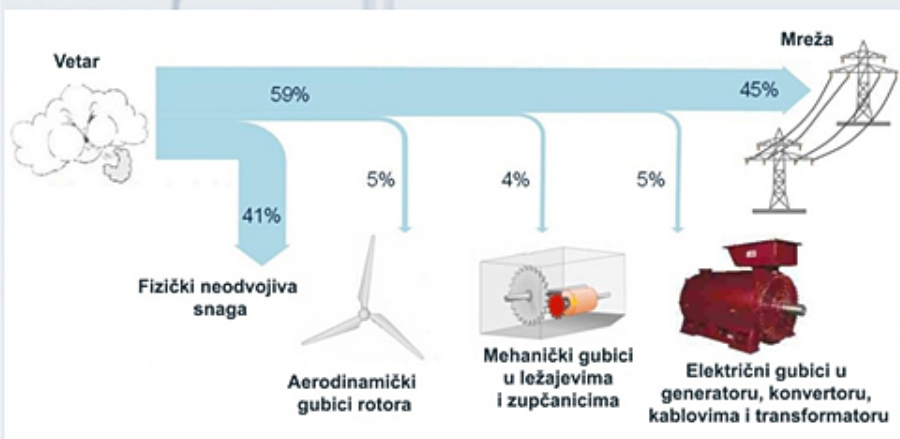
S – površina rotora vetroturbine (m²),

C_p – koeficijent iskorišćenja snage vetroturbine

Albert Betz je 1919. godine dokazao da se maksimalno 59,3% ukupne kinetičke energije vetra može pretvoriti u mehaničku energiju rotora vetrogeneratora na osnovu sledećeg izraza:

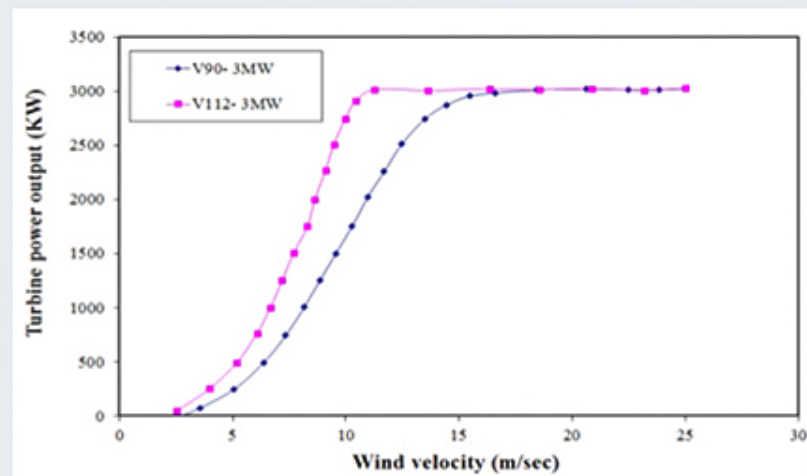
$$P_{\max} = \frac{16}{27} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot v_1^3$$

- Zbog dodatnih gubitaka pri pretvaranju energije do dobijanja električne energije proizlazi da se manje od pola kinetičke energije vetra može iskoristiti kao korisna električna energija.
- Za moderne vetroturbinne stepen iskorišćenja je približno 0,45, a na nekim turbinama ide sve do 0,50.



Gubici pri pretvaranju kinetičke energije vetra u električnu energiju

- Osnovni uslov da bi se koristila energija vetra je da minimalna brzina na visini od 50 metara bude između 2-3 m/s, a da bi se obezbedila ekonomična proizvodnje struje potrebno je da je srednja godišnja brzina vetra veća od 6 m/s.
- Moderni vetrogeneratori počinju da proizvode električnu energiju već pri brzini vetra od 2,5 m/s, a zaustavljaju se iz bezbednosnih razloga pri brzini od 25 m/s.



Izlazna snaga turbine u zavisnosti od brzine vetra za dva različita dijametara rotora

Princip rada vetrogeneratora

- Pretvaranje energije vetra u električnu energiju vrši se pomoću vetrogeneratora.
- Vetrogenerator je sastavljen od nekoliko mehaničkih i električnih komponenti koje omogućavaju pretvaranje kinetičke energije vazduha koji se kreće (vetra) pomoću lopatica rotora (elise), prenosnog mehanizma i elektrogeneratora u električnu energiju.
- Spolja su vidljivi toranj, baza i rotor.



Vetar prelazeći preko lopatica stvara potisak (kao na krilima aviona) koji dovodi do pokretanja rotora



Aerodinamično kućište sadrži vratilo male brzine, menjač (ili sporo rotirajući generator bez menjača), vratilo velike brzine i generator



Lopaticice okreću vratilo 30 do 60 puta u minuti



Zupčanci u menjaču povezuju vratilo male brzine sa vratilom velike brzine što dovodi do povećanja brzine rotacije od 1000 do 1800 obrta u minuti



Brzo okretanje vratila pokreće generator za proizvodnju struje



Tako proizvedena struja u generatoru ide do transformatora koji je konvertuje u odgovarajuću voltažu za visokonaponsku mrežu

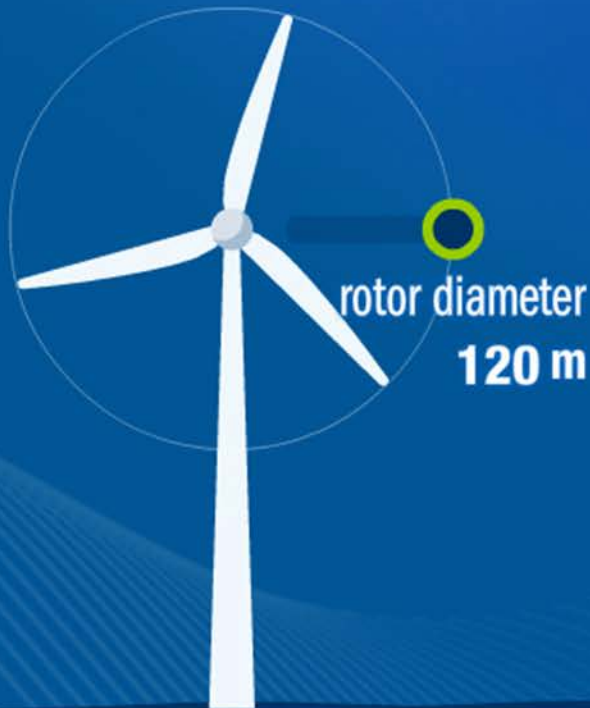
try it out

average
wind speed **4 m/s**



- onshore
- offshore

altitude
0 m



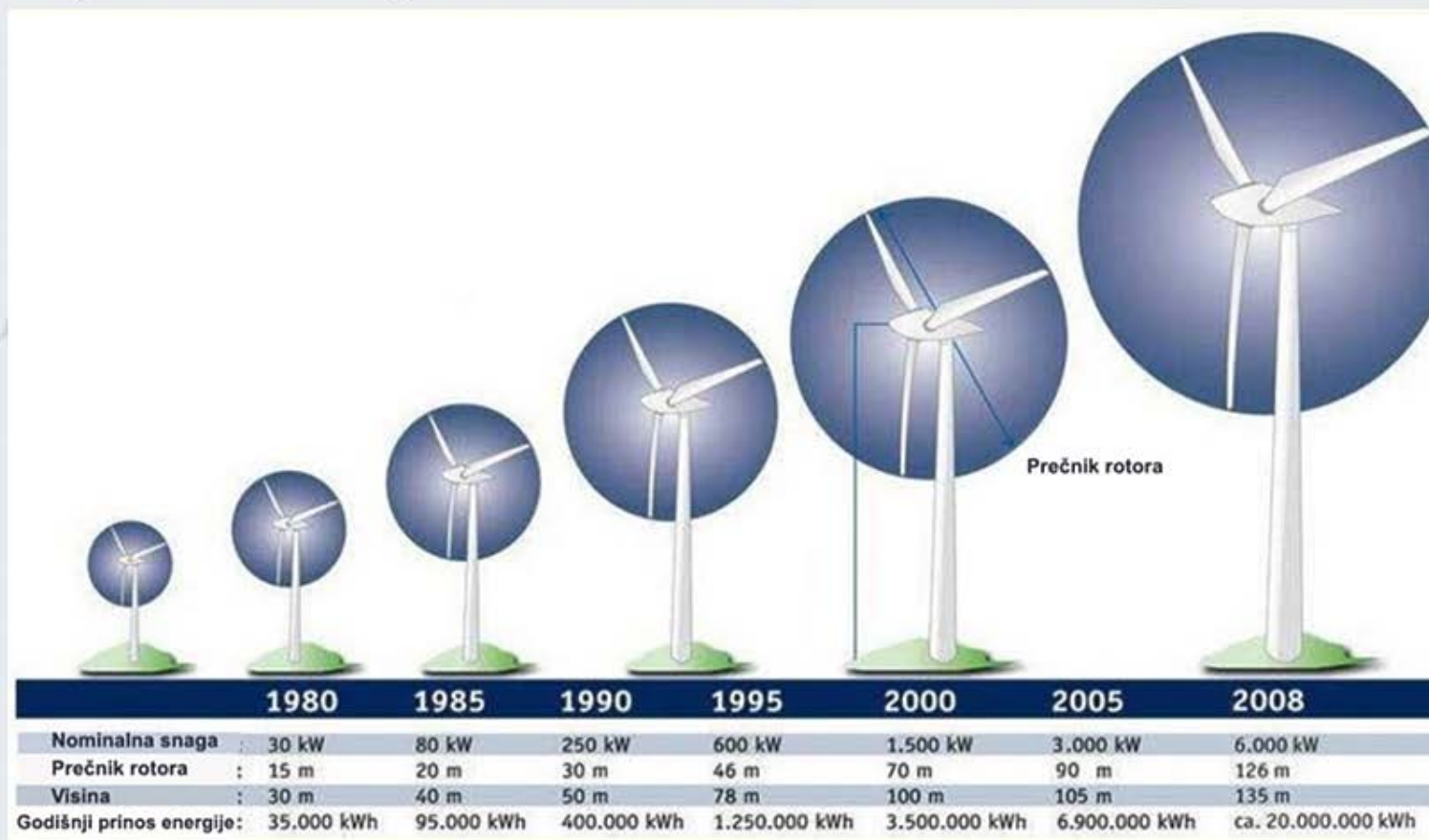
turbine capacity : **196 kW**
electricity produced : **420 MWh**
homes supplied : **107**
CO₂ avoided : **286 t**
elec. cars fueled : **210**



Find out more



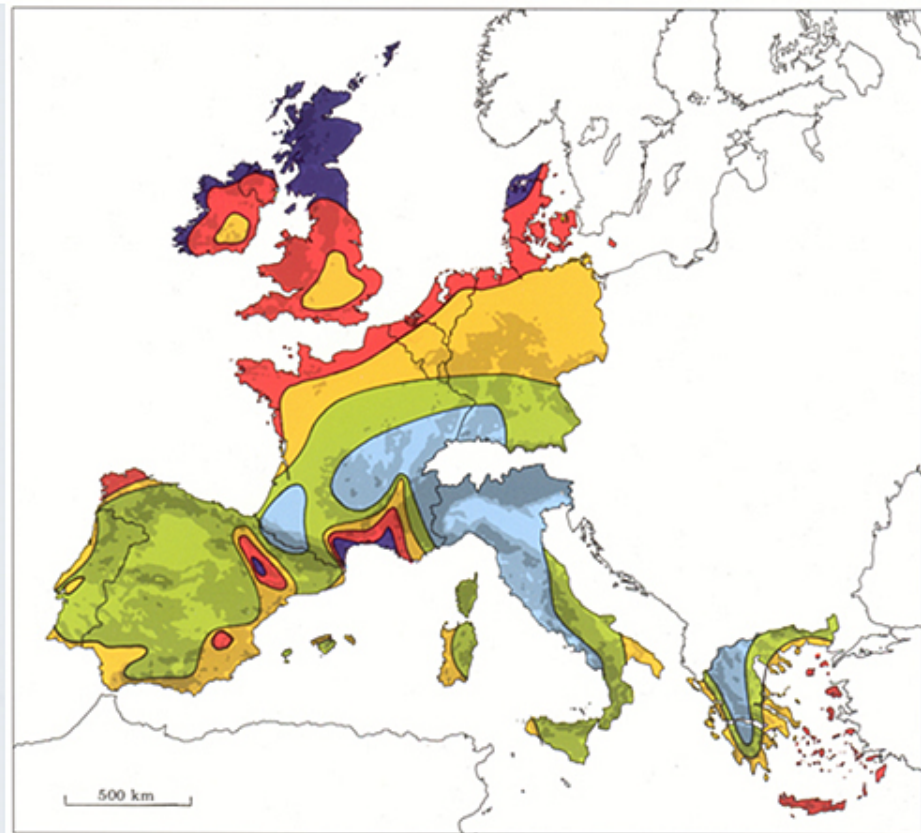
- Najčešće primenjivani moderni vetrogeneratori su kapaciteta od 500 kW do 3 MW, dok se iskorišćenje energije vetra kreće u rasponu od 25% do 45%.
- Danas je moguće proizvesti vetrogeneratore snage od 5 MW, a predviđanja su da će se do 2020. godine proizvoditi vetrogeneratori od 20 MW. Visina stuba takvog jednog vetrogeneratora bila bi preko 200 m.



Razvoj vetrogeneratora u periodu od 1980. do 2008. godine

Potencijal energije vetra -Atlas vetrova-

- Energetski potencijal vetra određenog područja grafički se prikazuje na geografskim kartama (Atlas vetrova) na kojima su ucrtane oblasti sa karakterističnim intenzitetima brzine vetra (m/s) ili gustine snage vetra na datoj visini iznad tla (W/m^2).
- Za izradu Atlasa vetra koriste se baze podataka o karakteristikama vetra postojećih meteoroloških stanica, kao i podaci prikupljeni pomoću satelitskih merenja i pomoću meteoroloških balona.
- Prvi Evropski atlas vetrova objavljen je 1989. godine, od strane Danskog instituta (RISO).
- Marta 2015. otpočeo je projekat izrade Novog atlasa vetra Evrope (New European Wind Atlas (NEWA)).



Wind resources ¹ at 50 metres above ground level for five different topographic conditions										
	Sheltered terrain ²		Open plain ³		At a sea coast ⁴		Open sea ⁵		Hills and ridges ⁶	
	$m s^{-1}$	Wm^{-2}	$m s^{-1}$	Wm^{-2}	$m s^{-1}$	Wm^{-2}	$m s^{-1}$	Wm^{-2}	$m s^{-1}$	Wm^{-2}
Dark Red	> 6.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1800
Red	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
Orange	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
Yellow	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
Light Green	< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400

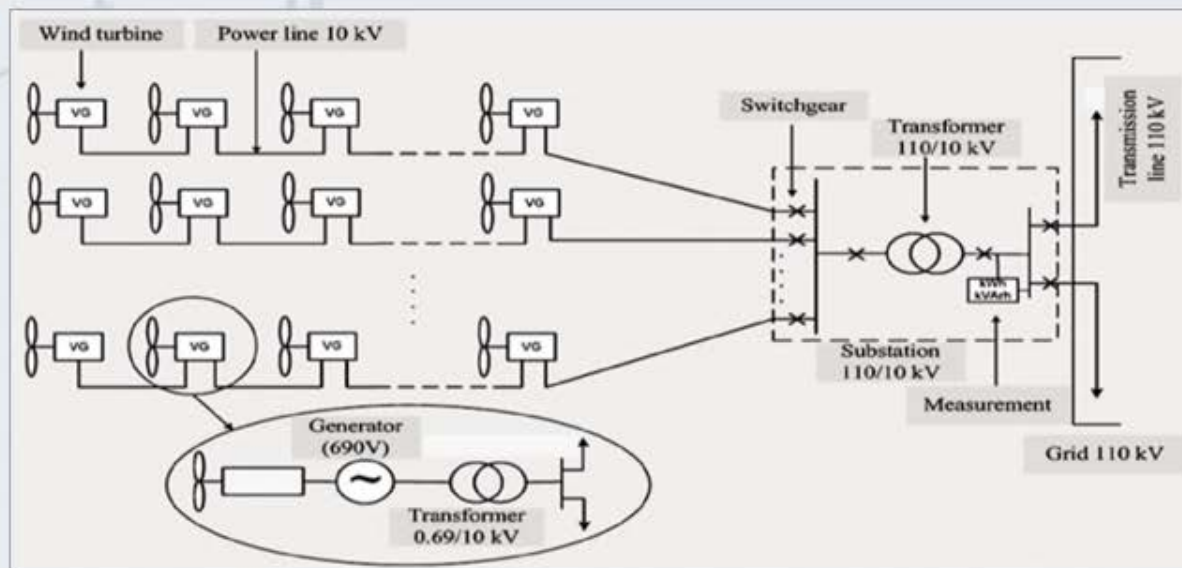
Energetski potencijal Evrope na 50 m iznad tla za pet različitih topografskih uslova

Izbor lokacije vetroelektrane

- Najvažniji parametar - što povoljnija **srednja godišnja brzina vetra** od čega direktno zavisi količina proizvedene električne energije.
- Za identifikaciju šire oblasti u kojoj postoji mogućnost korišćenja energije vetra koristi se atlas vetrova.
- Za određivanje konkretne lokacije za izgradnju vetroparka neophodna su specijalizovana višegodišnja merenja karakteristika vetra na nekoliko visina iznad tla, kao i merenja drugih meteoroloških veličina: temperature, pritiska i vlažnosti vazduha.
- Ostali parametri:
 - jednostavnost lokacije po pitanju:
 - ✖ mogućnosti postavljanja visokih vetroagregata;
 - ✖ pristupačnosti i jednostavnog transporta vetroagregata i lake izgradnje pristupnih puteva unutar vetroelektrane;
 - ✖ mogućnosti (brzine) rešavanja imovinsko-pravnih odnosa na željenim lokacijama;
 - ✖ postavljanja temelja;
 - blizine povoljne tačke priključka na elektroenergetsku mrežu;
 - minimalnih ograničenja vezanih za uticaje na životnu sredinu (vizuelni uticaj, buka, uticaj na staništa, ptice, slepe miševе itd.) koja mogu da utiču na smanjenje broja vetroagregata, na odstupanja od energetski optimalnog rasporeda i na uslova rada.

Mogućnost povezivanja vetroelektrana u energetske sistem

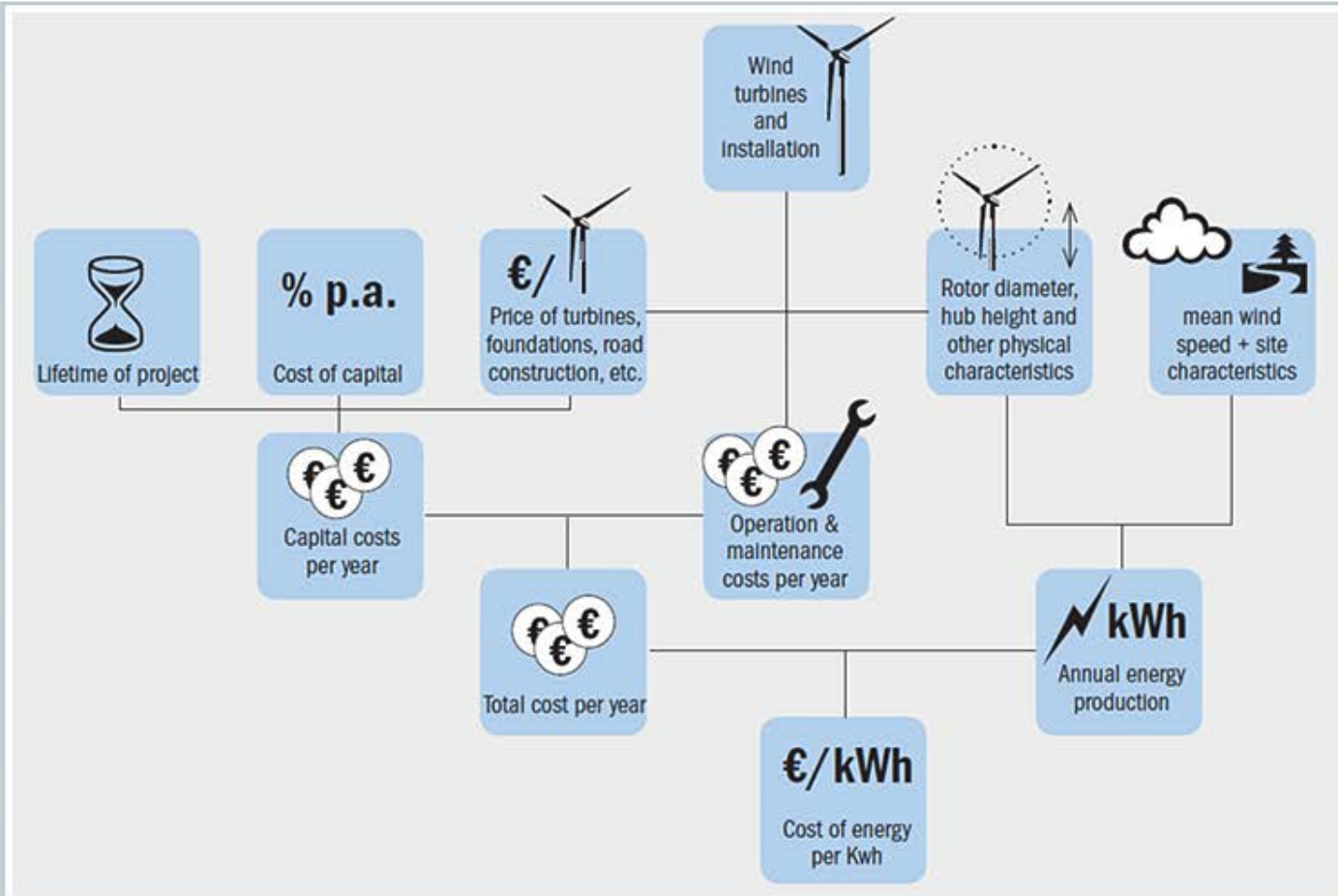
- Da bi vetroelektrana snabdevala potrošače električnom energijom, mora biti priključena na prenosnu ili na distributivnu električnu mrežu što zavisi od nivoa njene snage.
- Vetroparkovi instalisane snage preko 15 MW se uglavnom povezuju na prenosnu mrežu, dok se za snage ispod 15 MW priključuju na distributivnu mrežu.



Povezivanje vetroparka na javnu mrežu

- Priključenje vetroelektrane na mrežu podrazumeva da u sistemu moraju postojati elektrane koje omogućuju isporuku balansne energije.
- Hidroelektrane i gasne elektrane su pogodne za uravnoteženje proizvodnje i potrošnje električne energije u sistemu.
- Smatra se da je učešće vetroelektrana do 10% u ukupnoj proizvodnji električne energije datog sistema moguće uspešno balansirati.

Ekonomija energije vetra



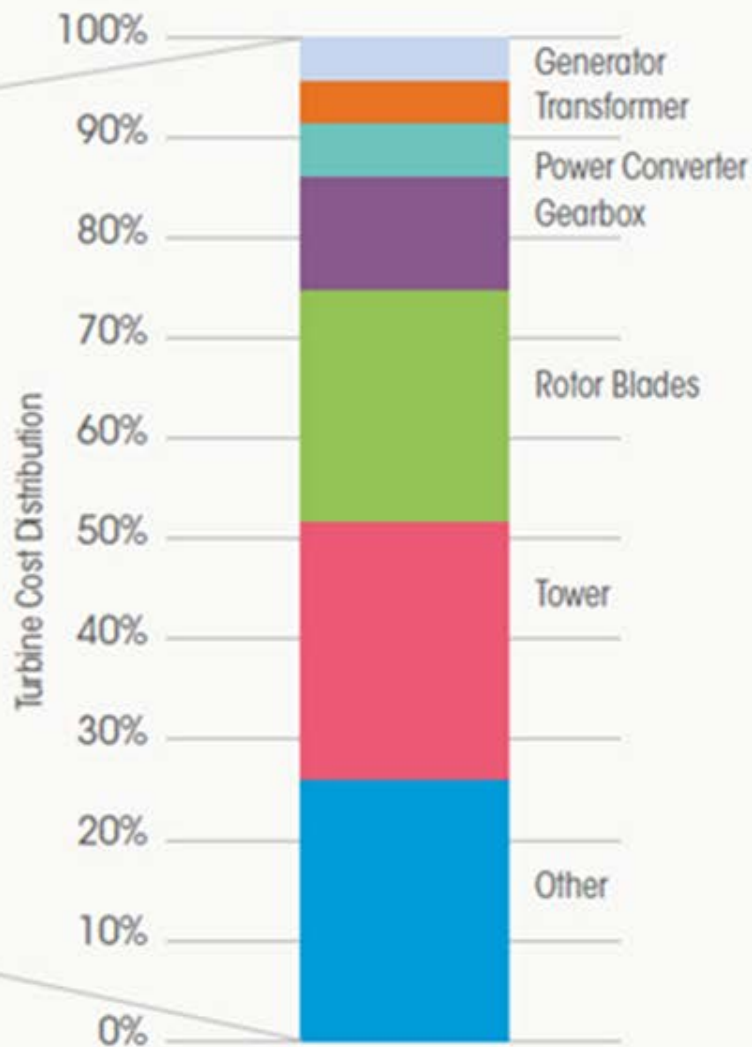
Šema direktnih troškova i fizičkih faktora koji utiču na cenu električne energije dobijene iz energije vetra po kWh

- Pod direktnim troškovima podrazumevaju se kapitalni i operativni troškovi sa troškovima održavanja. Obzirom da kod korišćenja energije vetra nema troškova goriva, posle investicione izgradnje jedini troškovi su operativni i troškovi održavanja.
- Dalja podela kapitalnih troškova se odnosi na investicione troškove i očekivani ekonomski vek, tj. troškove amortizacije, od kojih prvi obuhvataju:

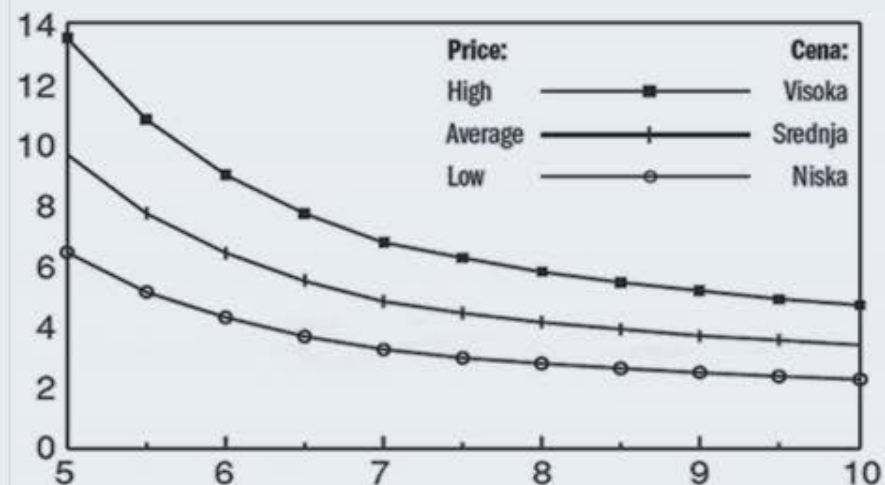
Cena po stavkama	Udeo u ukupnoj investiciji (%)
Vetrogenerator (bez radova)	75.6
Povezivanje na mrežu	8.9
Temelji vetrogeneratora	6.5
Građevinska dozvola (imovinsko-pravni odnosi)	3.9
Unutrašnja mreža	1.5
Konsultacije	1.2
Finansijski troškovi	1.2
Izgradnja pristupnih puteva	0.9
Kontrolni sistemi	0.3
Total	100%

Učešće pojedinih troškova u tipičnom projektu izgradnje vetrogeneratora snage 2 MW u Evropi

- **troškove vetrogeneratora** (proizvodnja turbine uključujući elise, stub i transformator, transport vetrogeneratora i instalacija);
- **troškove izgradnje** (pripremni građevinski radovi, izgradnja temelja, pristupnih puteva i druge infrastrukture potrebne za instalaciju vetrogeneratora, montaža i testiranje sistema);
- **troškove priključivanja na elektroenergetski sistem** (kablovi, transformator, podstanice, zgrade, povezivanje na lokalnu distributivnu ili prenosnu mrežu);
- **ostale inicijalne kapitalne troškove** (troškovi razvoja i inženjeringa, procedure dobijanja dozvola, konsultacije i odobrenja, nadzor, kontrola i prikupljanje podataka (Supervisory, Control and Data Acquisition (SCADA)), kao i sistem monitoringa).



Raščlanjivanje troškova proizvodnje za tipičnu turbinu na vetar on shore



Cena električne energije u zavisnosti od srednje brzine vetra na vrhu stuba, m/s

Sa dijagrama se može videti da pri brzini od 6 m/s, cena varira u opsegu od 4,5 do 9 evroceniti /kWh, što se poklapa sa podacima nemačkog instituta Fraunhofer iz 2013. godine prema kojima se cena struje u Nemačkoj dobijena iz vetrogeneratora na kopnu kretala između 4,5-10,7 evroceniti /kWh.

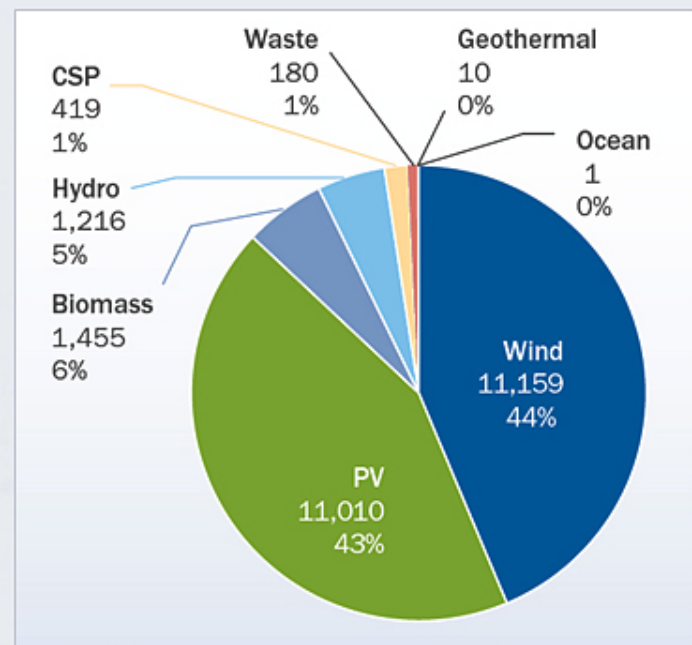
Trenutni svetski trendovi na polju vetroenergetike



Trenutni svetski trendovi na polju vetroenergetike

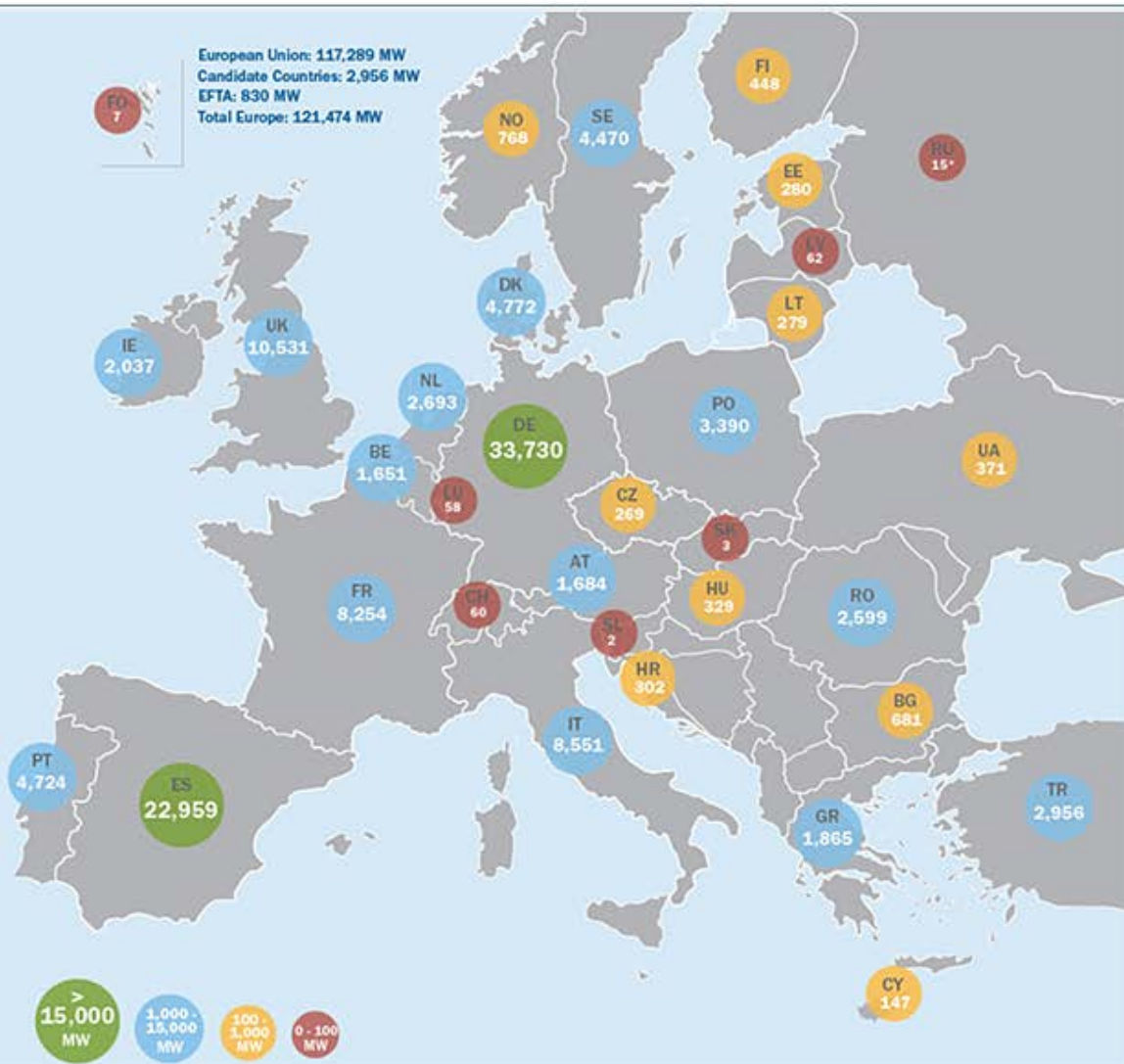
Trendovi u Evropi na kraju 2013. god.:

- Tokom 2013. god. širom Evrope je bilo instalirano 12,030 MW kapaciteta energije vetra, od čega u EU-28 11,159 MW.
- Energija vetra je tehnologija koja je bila najviše instalirana u 2013: 32% ukupnog kapaciteta energije, odnosno 5% više nego prethodne godine.
- Energija iz OIE dostigla je 72% ukupnih novih instalacija u 2013., odnosno 25 GW od ukupnih 35 GW novih energetske kapaciteta.
- Zabeležen je rekordan rast off shore vetroelektrana u 2013. god. (+1.6 GW).
- Instalirani kapacitet energije vetra na kraju 2013. može da proizvede 257 TWh električne energije, što može da pokrije 8% ukupne potrošnje energije u EU.



Udeo novo instaliranih kapaciteta energije iz obnovljivih izvora u EU u 2013. izraženi u MW, ukupno 25,450 MW

European Union: 117,289 MW
 Candidate Countries: 2,956 MW
 EFTA: 830 MW
 Total Europe: 121,474 MW



Kumulativna instalisana snaga vetra u Evropi na kraju 2013. godine

	Installed 2012	End 2012	Installed 2013	End 2013
EU Capacity (MW)				
Austria	296	1,377	308	1,684
Belgium	297	1,375	276	1,651
Bulgaria	158	674	7.1	681
Croatia	48	180	122	302
Cyprus	13	147	0	147
Czech Republic	44	260	9	269
Denmark	220	4,162	657	4,772
Estonia	86	269	11	280
Finland	89	288	162	448
France	814	7,623	631	8,254
Germany	2,297	30,989	3,238	33,730
Greece	117	1,749	116	1,865
Hungary*	0	329	0	329
Ireland	121	1,749	288	2,037
Italy	1,239	8,118	444	8,551
Latvia	12	60	2	62
Lithuania	60	263	16	279
Luxembourg	14	58	0	58
Malta	0	0	0	0
Netherlands	119	2,391	303	2,693
Poland	880	2,496	894	3,390
Portugal	155	4,529	196	4,724
Romania	923	1,905	695	2,599
Slovakia	0	3	0	3
Slovenia	0	0	2	2
Spain	1,110	22,784	175	22,959
Sweden	846	3,582	724	4,470
United Kingdom	2,064	8,649	1,883	10,531
Total EU-28	12,102	106,454	11,159	117,289
Total EU-15	9,879	99,868	9,402	108,946
Total EU-13	2,224	6,586	1,757	8,343

Nemačka je zemlja sa najvećom instaliranom snagom u EU, a prate je Španija, Velika Britanija i Italija.

Potencijal energije vetra i vetroparkovi u Srbiji i Vojvodini

- ❑ POTENCIJAL OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U SRBIJI
- ❑ POSTOJEĆI ZAKONODAVNI OKVIR
- ❑ POTENCIJAL ENERGIJE VETRA U SRBIJI
- ❑ POTENCIJAL ENERGIJE VETRA U VOJVODINI
- ❑ MOGUĆNOST POVEZIVANJA VETROELEKTRANA U
ENERGETSKI SISTEM
- ❑ REALIZOVANI I PLANIRANI PROJEKTI

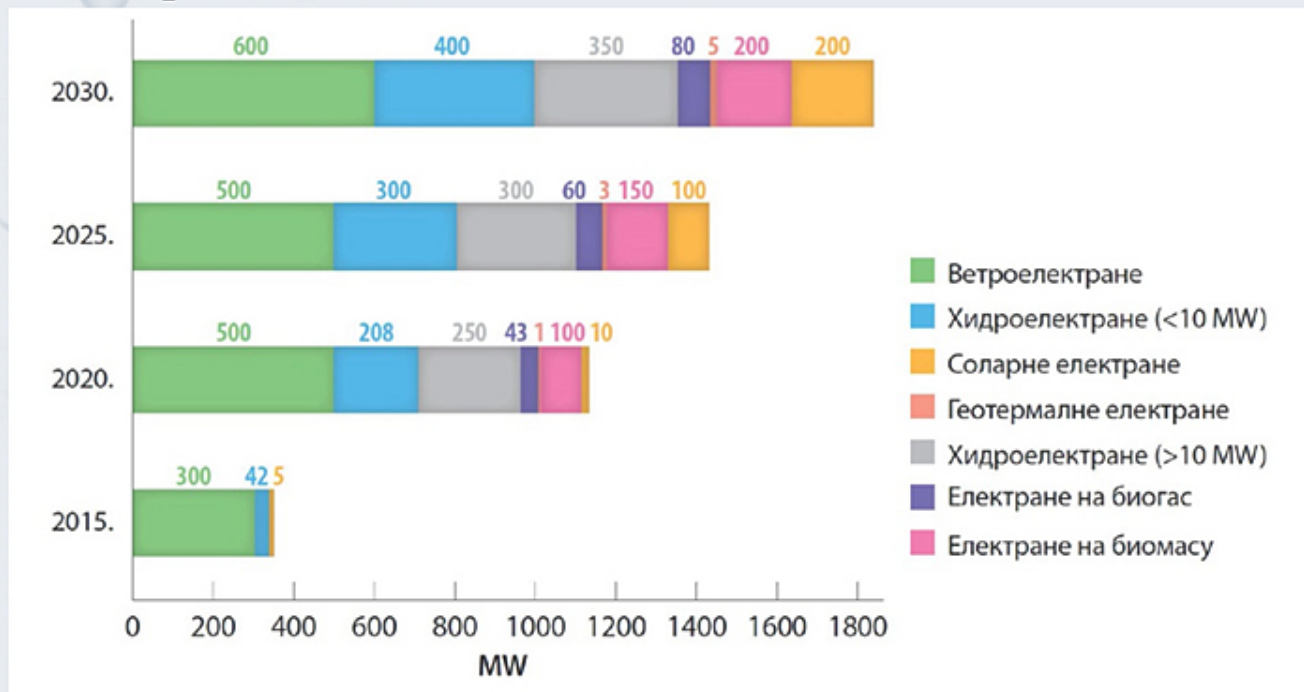
Potencijal obnovljivih izvora energije u Srbiji

Врста ОИЕ	Расположиви технички потенцијал који се користи (милиона тен/год)	Неискоришћени расположиви технички потенцијал (милиона тен/год)	Укупни расположиви технички потенцијал (милиона тен/год)
БИОМАСА	1,054	2,351	3,405
ХИДРО ЕНЕРГИЈА	0,909	0,770	1,679
За инсталисане капацитете до 10MW	0,004	0,151	0,155
За инсталисане капацитете од 10MW до 30MW	0,020	0,102	0,122
За инсталисане капацитете преко 30MW	0,885	0,517	1,402
ЕНЕРГИЈА ВЕТРА	≈0	0,103	0,103
СОЛАРНА ЕНЕРГИЈА	≈0	0,240	0,240
За производњу електричне енергије	≈0	0,046	0,046
За производњу топлотне енергије	≈0	0,194	0,194
ГЕОТЕРМАЛНА	≈0	0,180	0,180
За производњу електричне енергије	≈0	≈0	≈0
За производњу топлотне енергије	0,005	0,175	0,180
БИОРАЗГРАДИВИ ДЕО ОТПАДА	0	0,043	0,043
Укупно из свих ОИЕ	1,968	3,682	5,65

- Укупни технички расположив потенцијал обновљивих извора енергије у Републици Србији се проценjuje на 5,65 Mtoe годишње.
- Од овог потенцијала 35%, односно 1,054 Mtoe биомасе и 0,909 Mtoe хидроенергије се већ користи.
- Проценjeni потенцијал енергије ветра износи 0,103 Mtoe (1.8%).

Pregled tehnički iskoristivog potencijala OIE iz 2012.god.

- Na osnovu Nacionalnog akcionog plana za OIE (NAPOIE) iz 2013. god., obavezni nacionalni ciljevi do 2020. godine su:
 - 27% za učešće energije iz obnovljivih izvora u bruto finalnoj potrošnji energije
 - 10% za učešće energije iz obnovljivih izvora u transportu.
- Od ukupno planiranih 1092 MW do 2020. godine, 500 MW je planirano da se proizvede iz vetroelektrana.
- Između 2025. i 2030. godine planira se povećanje instalisanih kapaciteta vetroelektrana za još 100 MW na ukupno 600 MW.



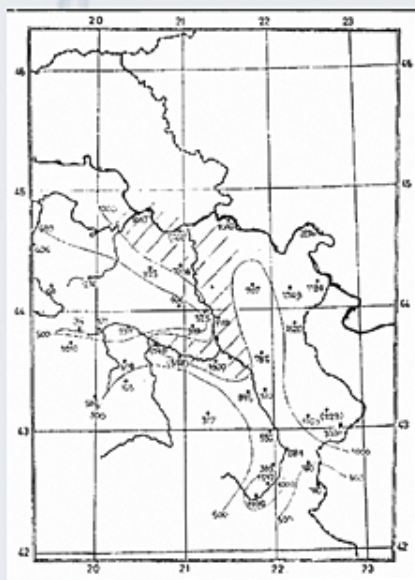
Projekcija izgradnje kapaciteta za proizvodnju električne energije korišćenjem OIE

Postojeći zakonodavni okvir

- Zakon o energetici
- Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine
- Nacionalni akcioni plan za korišćenje obnovljivih izvora energije (NAPOIE)
- Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine
- Uredba o uslovima i postupku sticanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije
- Uredba o merama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije
- Uredba o načinu obračuna i načinu raspodele prikupljenih sredstava po osnovu naknade za podsticaj povlašćenih proizvođača električne energije
- Uredba o visini posebne naknade za podsticaj u 2015. godini
- Energetski bilans Republike Srbije

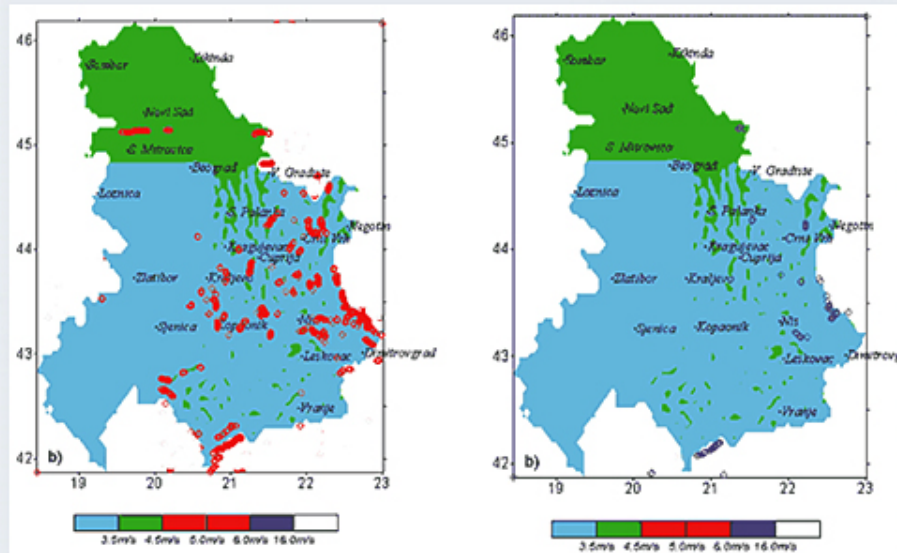
Potencijal energije vetra u Srbiji

- Studija “Gustina aeroenergetskog potencijala u Srbiji” u okviru IR Projekta “Novi izvori energije”, SANU, (1984.)



Procenjene vrednosti energije vetra na visini od 100 m na osnovu klimatoloških podataka o vetru u Srbiji

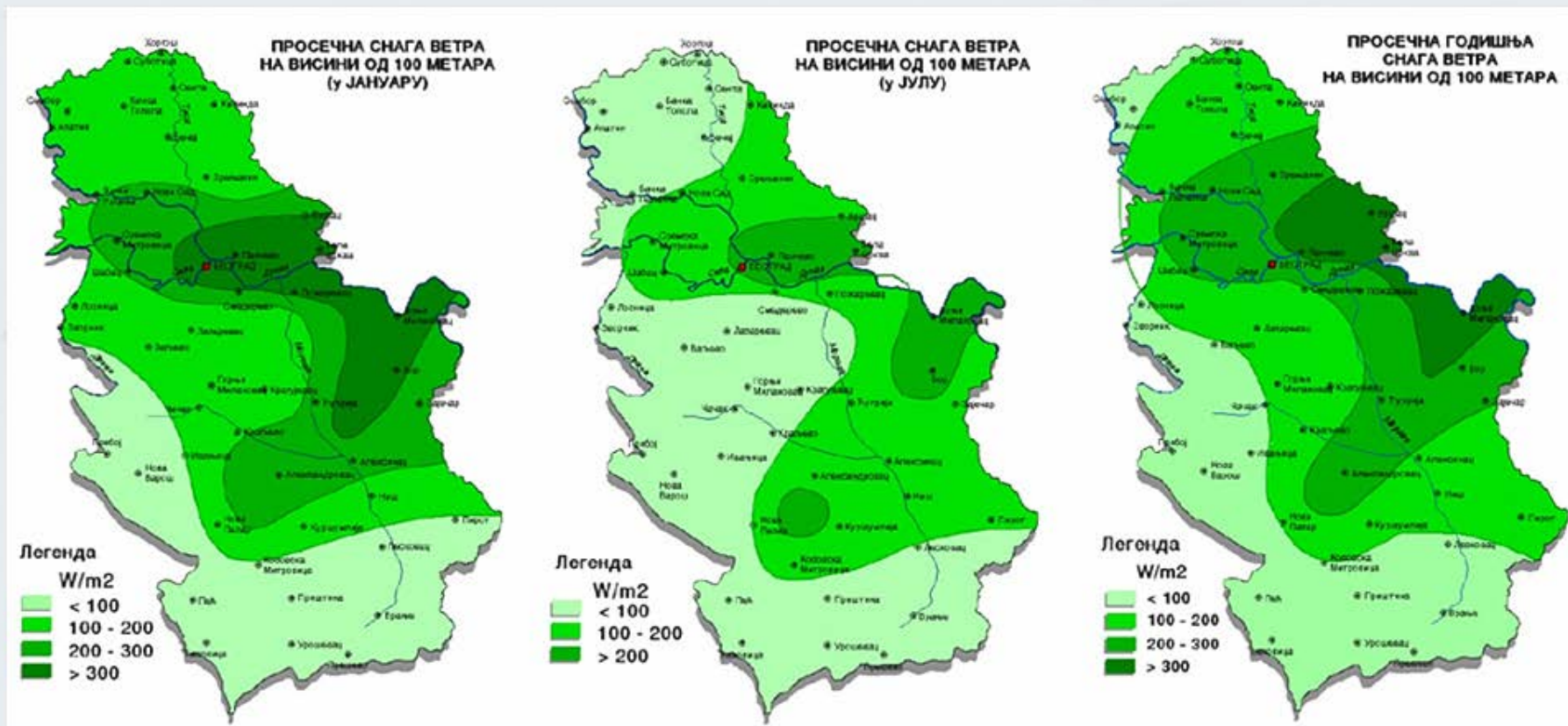
- Studija “Mogućnost korišćenja energije vetra za proizvodnju električne energije”, EPS, (2002.)



Karta lokacija u Srbiji sa godišnjim srednjim brzinama vetra: a) od 5 do 6 m/s i b) većim od 6 m/s, određenih na bazi 10-min srednjih brzina na visini od 50 m iznad tla

- „Studija energetskeg potencijala Srbije za korišćenje sunčevog zračenja i energije vetra“, Studija EE704-1052A, (2004.)

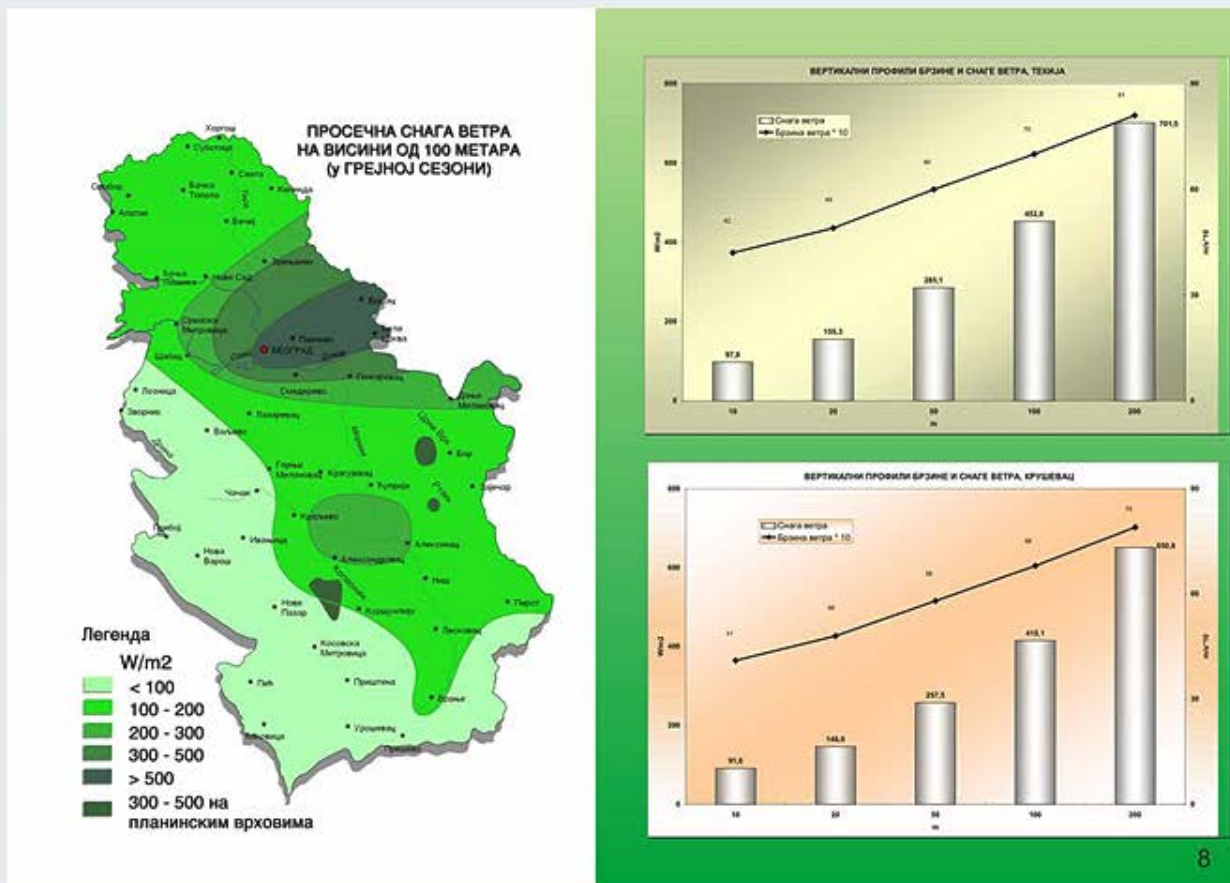
Rezultat: **Atlas vetrova Srbije** za različite visine iznad tla i za različita godišnja doba



Prosečne januarske, julske i godišnje gustine snage vetra na visini od 100 m od tla

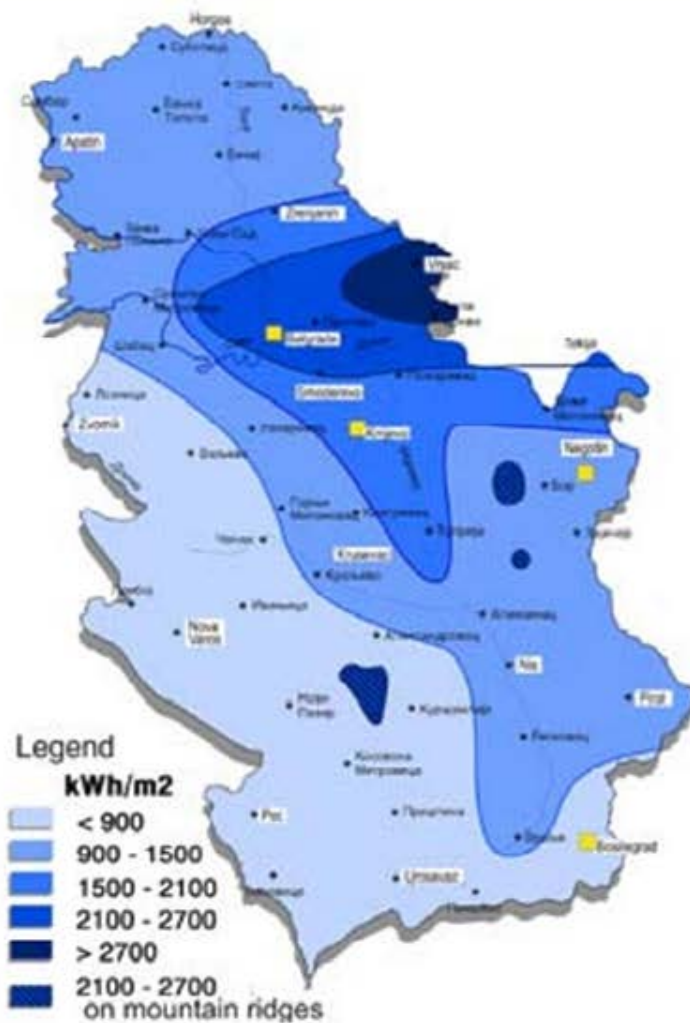
- Ukupna raspoloživa godišnja količina energije vetra za celu teritoriju Srbije - $2,4 \times 10^3$ TWh
- Prosečna godišnja količina energije vetra po jedinici površine, na visini od 100 m od tla, kreće se u rasponu od 900 kWh/m^2 (na jugozapadu i jugu Srbije) do više od 2700 kWh/m^2 (istočni deo Srbije)
- Tehnički iskoristljiv energetski potencijal vetra u proizvodnji električne energije iznosi $0,38 \text{ Mtoe}$

“Atlas energetskog potencijala Sunca i vetra Srbije”, Studija TD-7042B, (2008.)



Ilustracija rezultata projekta “Atlas energetskog potencijala Sunca i vetra Srbije” TD-7042B

- Prikazana karta srednje godišnje snage vetra u Srbiji daje načelne smernice za istraživanje lokacija, no veoma mala rezolucija rezultata ostavlja prostora za istraživanje u ostalim krajevima, konkretno na višim brdima i planinama izvan područja označenog najtamnijom bojom.
- Od četiri takva merenja najveći vetropotencijal izmeren je na lokaciji Bosilegrad koja se nalazi u delu karte označene generalno najnižim vetropotencijalom, što ukazuje da se pored regionalnih “grubih” karata vetra pri odabiru treba osloniti i na iskustva sa terena.
- Na teritoriji Srbije su u toku ili su završena specijalizovana merenja vetra na preko 20 lokacija. Koriste se merni stubovi visine od 40 m do 80 m.



Žuto označene tačke odnose se na neka od mesta sa visokokvalitetnim merenjima.

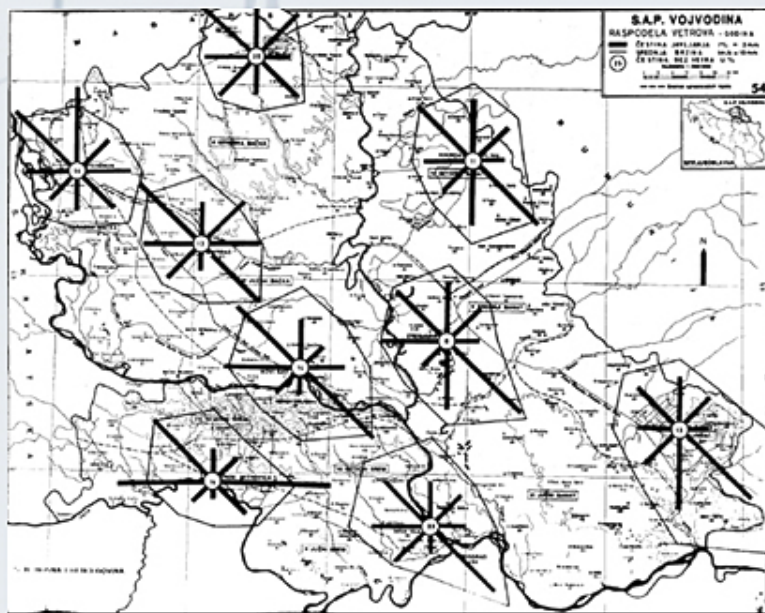
Smernice za smanjenje negativnog uticaja vetroparkova na zaštitu životne sredine u Srbiji

Smernice date u Izveštaju o Strateškoj proceni uticaja Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2025. sa projekcijama do 2030. na životnu sredinu koje se odnose se na odabir lokacije vetroelektrana :

- u cilju zaštite ornitofaune i hiropteroфаune posebnu pažnju posvetiti detaljnim opservacijama leteće faune kroz izradu monitoringa ornitofaune i hiropteroфаune;
- monitoring ornitofaune i hiropteroфаune sprovoditi u svim fazama razvoja projekata i tokom njegovog funkcionisanja (postkonstrukcijski monitoring);
- obezbediti potrebnu udaljenost od ekološki osetljivih lokacija kako bi se minimizirali mogući negativni uticaji na biodiverzitet;
- obezbediti potrebnu udaljenost od najbližih naselja i stambenih objekata kako bi se minimizirali mogući negativni uticaji buke na stanovništvo;
- izbegavati potencijalne efekte senke, uticaj na predeone karakteristike i uticaj na poljoprivrednu proizvodnju.

Potencijal energije vetra u Vojvodini

- Atlas „Klima karte SAP Vojvodine“ prikazuje godišnju raspodelu vetrova, raspodelu po godišnjim dobima, kao i po drugim parametrima i daje pregledne podatke o čestini javljanja, srednjoj brzini i broju dana bez vetra



Prikaz raspodele vetrova (godišnji) na 10 m

- Rezultati studije EPS “Mogućnost korišćenja energije vetra za proizvodnju električne energije” pokazali su da je teritorija Vojvodine u zoni gde je brzina vetra od 3,5–4,5 m/s. Na pojedinim mestima (Fruška gora, Vršački breg, južni Banat) brzina vetra je od 4,5–6 m/s, a na Vršačkom bregu su definisane dve lokacije sa brzinama preko 6 m/s



Lokacije u Vojvodini sa godišnjim srednjim brzinama vetra od 5 do 6 m/s na visini od 50 m iznad tla

- Tokom 2006. i 2007. godine na teritoriji AP Vojvodine postavljen je niz mernih stubova sa ciljem da se izmere brzina, pravac i ostali parametri na specifičnim lokacijama.



Opštine u kojima se sprovode merenja brzine vetra

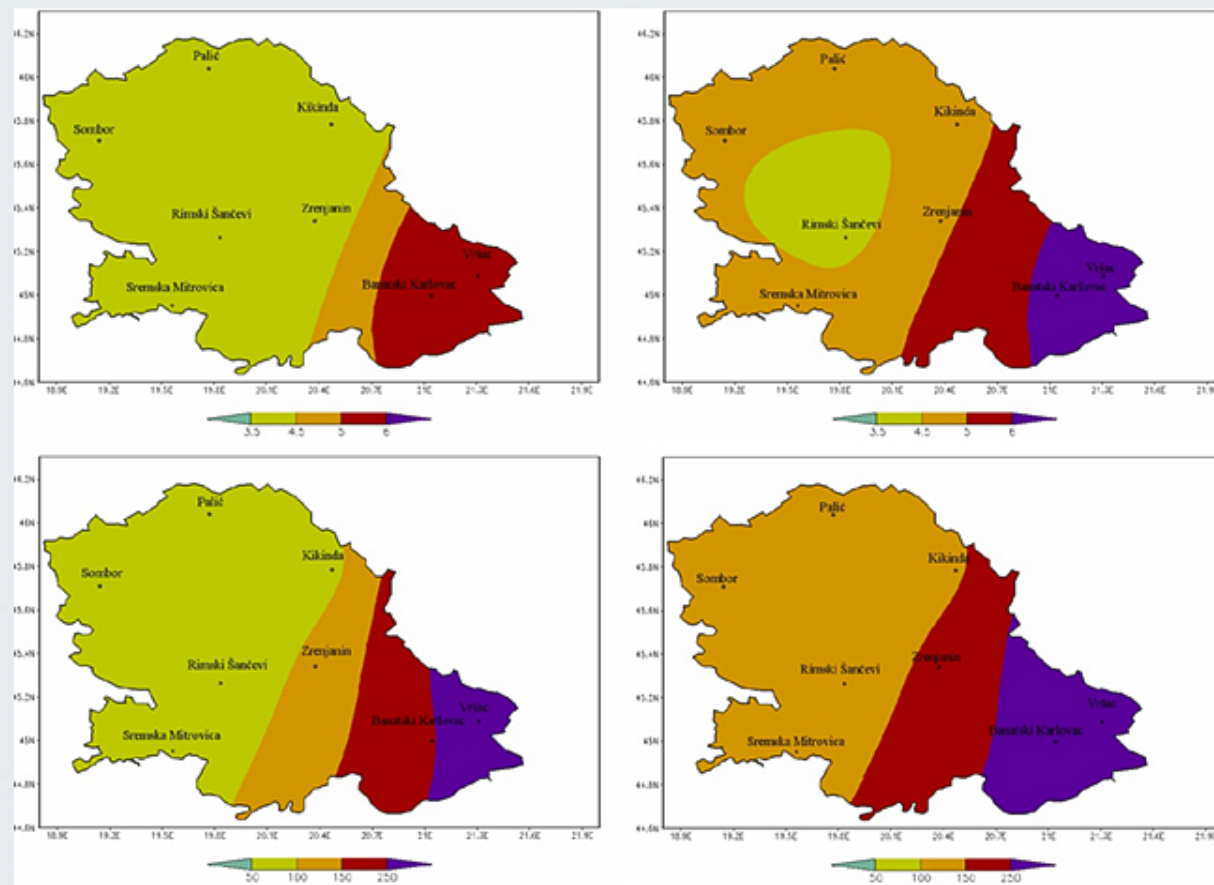
- Uz saradnju sa stručnjacima Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu i korišćenjem WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) programa, razvijenog od strane danskog instituta RISO za izučavanje OIE, napravljen je niz istraživanja uz korišćenje raspoloživih podataka.
- Rezultati su prikazani u okviru rada “Wind Atlas of Serbian Region Vojvodina”.



Mapa prosečne godišnje brzine i snage vetra u Vojvodini na 50 m iznad tla

- Detaljne mape brzina vetrova u m/s i srednjih gustina snage vetrova u W/m² na visinama od 10 m, 25 m, 50 m, 100 m i 200 m iznad tla.
- Vojvodina je bogata kvalitetnim vetrovima, posebno na visinama preko 50 m iznad tla, a naročito preko 100 m iznad tla, što odgovara savremenim vetroelektranama snage od 2-5 MW.
- Najveći potencijal za eksploataciju energije vetra ima mikro region južnog i jugoistočnog Banata sa prosečnim godišnjim brzinama vetra od preko 6 m/s i sa prosečnom gustinom snage vetra od 250-400 W/m².

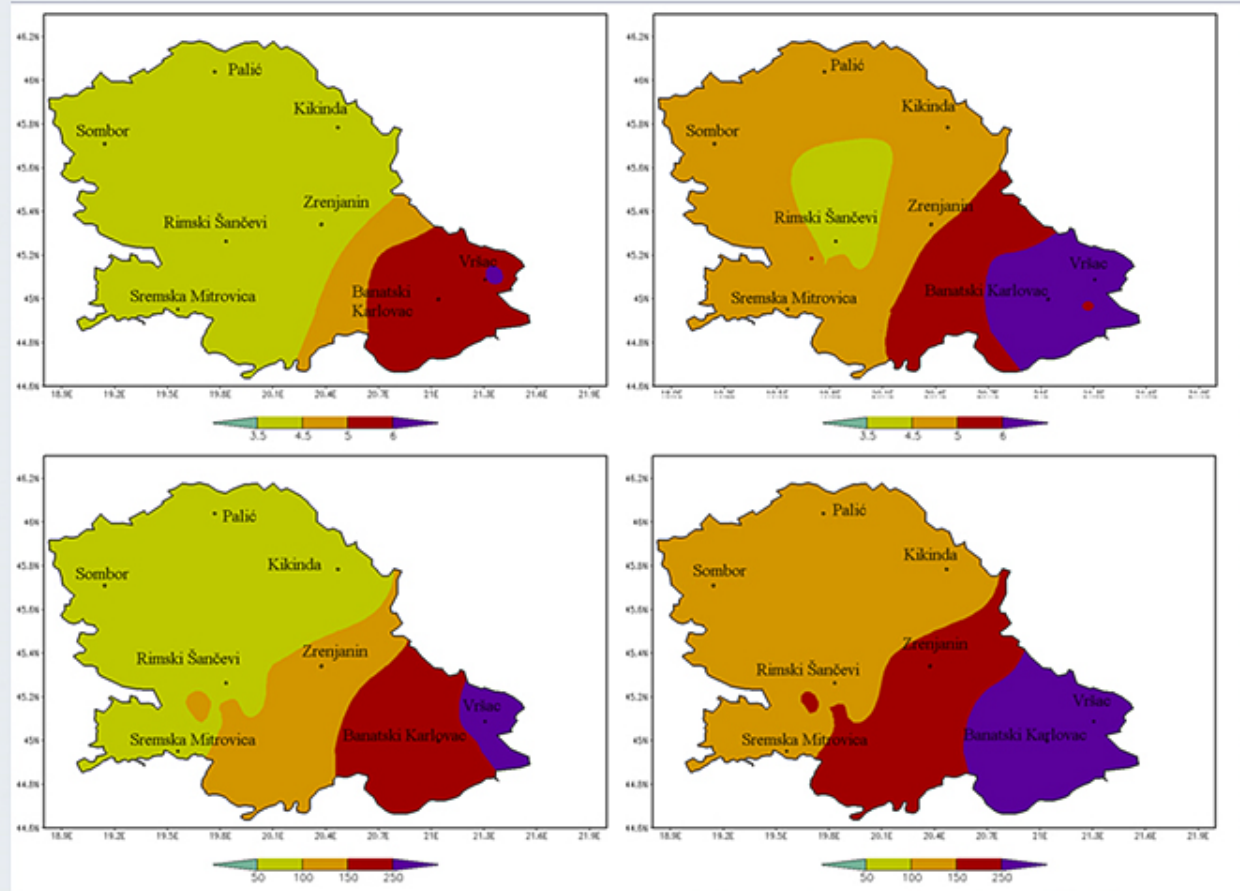
Atlas vetrova Vojvodine (2008.)



- srednja godišnja brzina vetra u Vojvodini u m/s na 50 m iznad tla (gore levo),*
- srednja godišnja brzina vetra na 100 m iznad tla (gore desno),*
- srednja godišnja gustina snage vetra u W/m² na 50 m (dole levo),*
- srednja godišnja gustina snage vetra na 100 m (dole desno)*

Atlas vetrova Vojvodine (2010.)

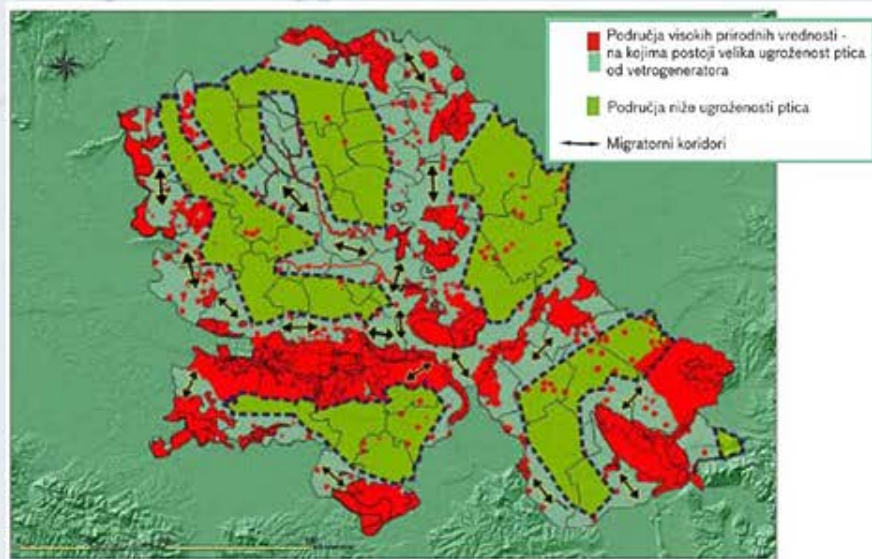
- Odavde se vidi da su najjači vetrovi u Vojvodini na području Vrščkog brega sa prosečnom godišnjom brzinom od 6.27 m/s .
- Ostala područja sa značajnim potencijalom su Pančevo, Rimski Šančevi (Novi Sad), Banatski Karlovac, Kikinda, Subotica, Kanjiža, Apatin, Sombor, Sremska Mitrovica, oblast Fruške Gore (Irig, Indija itd.) i oblast između Pančeva i Fruške Gore.
- Lokacije u blizini sela Bavanište, Dolovo, Izbište, Parta i Grebenac zajedno sa lokacijama u opštinama Alibunar i Bela Crkva su takođe veoma pogodna za izgradnju vetroelektrana.



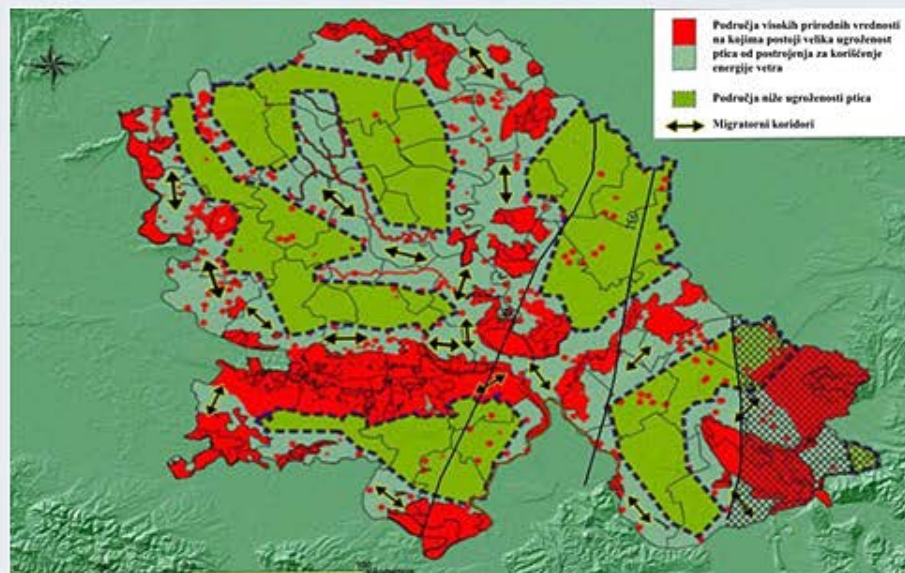
U prezentaciji “Atlas vetrova AP Vojvodine” iz 2010. godine prikazane su delimično modifikovane mape srednje godišnje brzine vetra i gustine snage vetra u Vojvodini.

Prostorno planiranje i uticaj vetroparkova na zaštitu životne sredine u Vojvodini

- Zavod za zaštitu prirode Srbije i Zavod za zaštitu prirode Vojvodine su obeležili migracione koridore ptica, staništa retkih ptica, kao i zaštićena prirodna područja (nacionalne parkove, parkove prirode i ostale zaštićene zone).
- Na području AP Vojvodine registrovano je preko 300 vrsta ptica od kojih se 206 nalazi pod nekim od režima zaštite. Zbog toga su, uz slepe miševе, upravo ptice ključni ograničavajući faktor za planiranje vetroelektrana na ovom području.

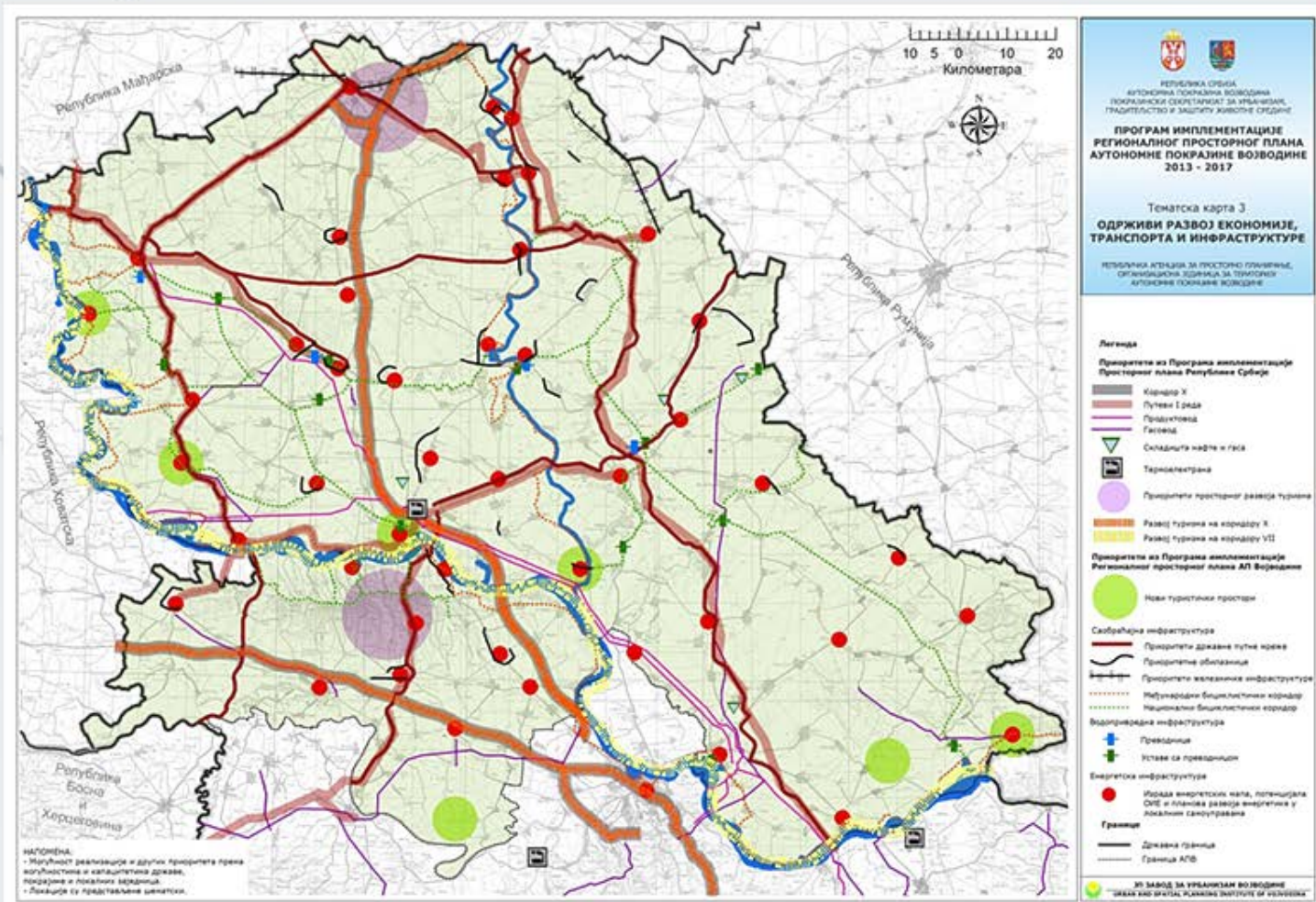


Mapa područja ugroženosti ptica od vetrogeneratora



Poređenje karte velike ugroženosti ptica i karte energetskeg potencijala vetra u Vojvodini

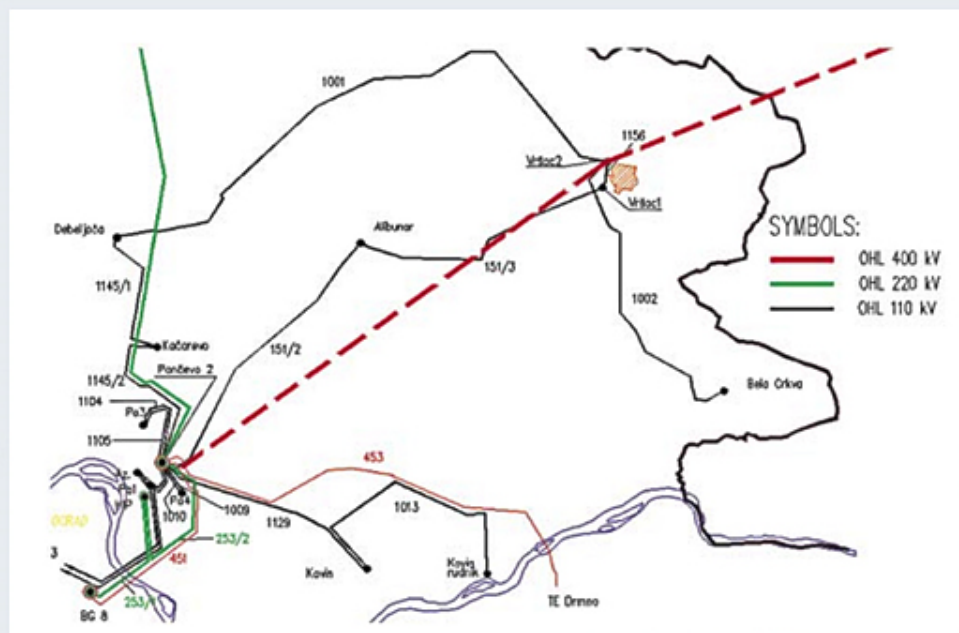
Za detaljniji opis mogućih lokacija neophodno je uzeti u obzir već postojeću infrastrukturu kao i podatke iz Prostornog plana Srbije i Vojvodine. Crvenim kružićima su obeležena područja u kojima se počelo sa izradom energetskeg mapa, potencijala OIE i planova razvoja energetike u lokalnim samoupravama.



Мапа Програма имплементације Регионалног просторног плана АП Војводине 2013.-2017.

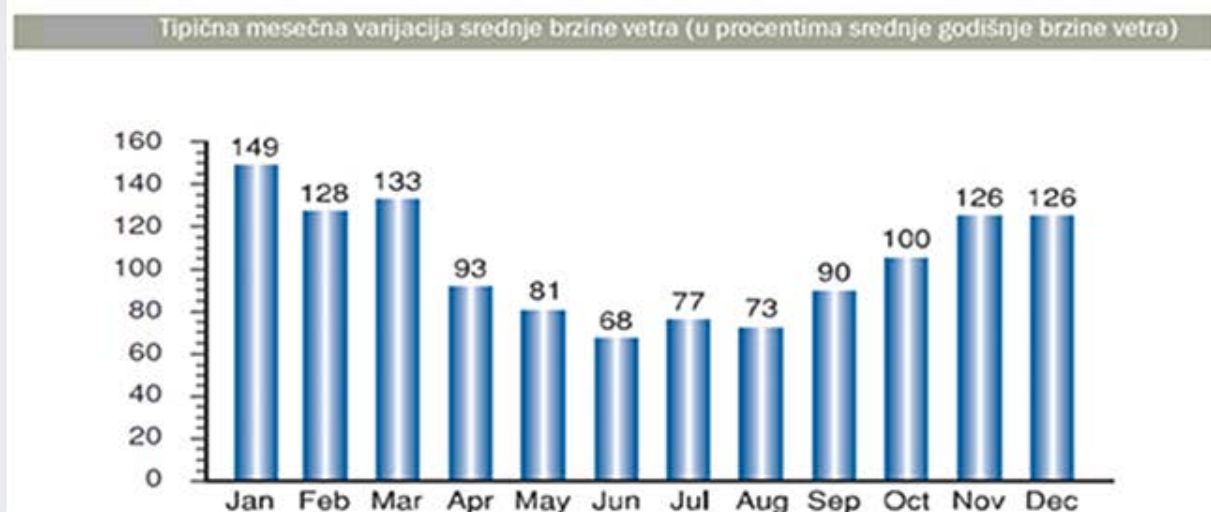
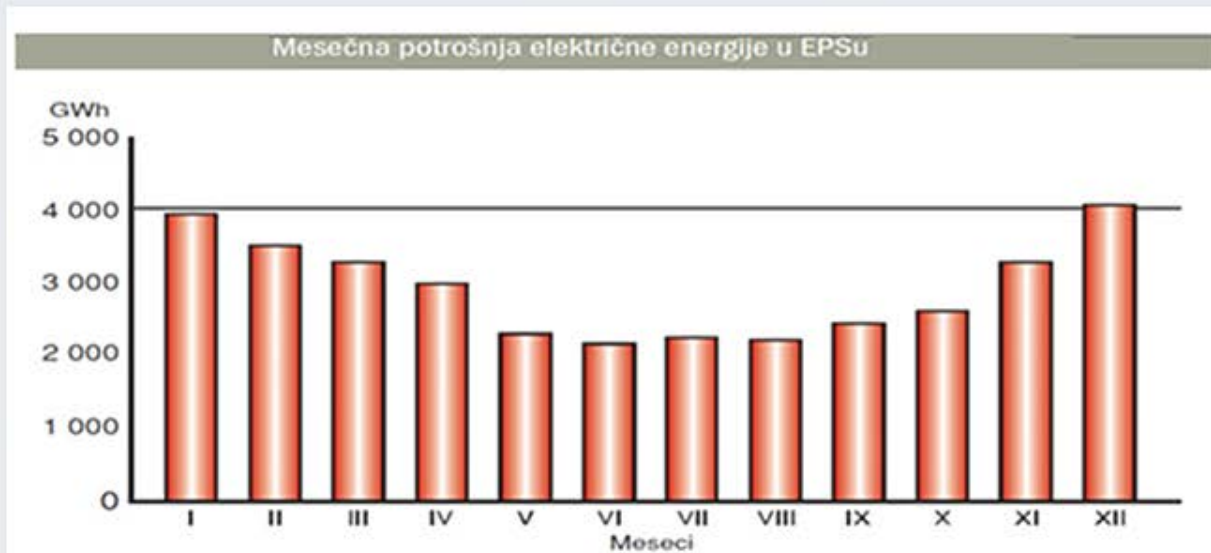
Mogućnost povezivanja vetroelektrana u energetske sistem

- Studija “Srbija: Analiza elektroenergetske mreže za uključivanje vetroelektrana” iz 2011. god. pokazala je da elektroenergetski sistem Srbije može da podnese priključenje vetroelektrana snage **900 MW** bez isključivanja termoelektrana i uz maksimalno angažovanje HE Bajina Bašta.
- Studija EPS-a pokazala je da sistem može da podnese priključenje vetroelektrana snage **450 MW**, što je i korišćeno pri određivanju maksimalne snage vetroelektrana iz kojih će se struja otkupljivati po feed-in tarifama.
- Srpsko udruženje za energiju vetra (SEWEA) se zalaže da se sadašnja ograničenja kapaciteta energije vetra poveća sa 450 MW na **1.000 MW**.



Mapa prenosnog sistema električne energije u jugoistočnom delu Vojvodine

- Obzirom da je vetar stohastički izvor, važno je analizirati u kojoj meri se poklapaju godišnje fluktuacije vetra i zahtevi potrošača za električnom energijom.
- Sa dijagrama se vidi da se maksimalne vrednosti energije vetra u Srbiji javljaju tokom zime što se poklapa i sa potrošnjom električne energije po mesecima.



Sezonska varijacija srednje brzine vetra i dijagram potrošnje električne energije na godišnjem nivou EPS-a

Realizovani i planirani projekti

Prema podacima iz decembra 2015. godine, u sistemu podsticaja prijavljeno je 12 vetroelektrana ukupne snage od oko 467 MW od kojih je većina stekla tek status privremeno povlašćenog proizvođača.



Opštine u kojima članice SEWEA investiraju u prve vetroparkove u Srbiji

Br.	Naziv objekta	Instalisana snaga, kW	Opština	Lokacija
1	Devreč 1	500	Tutin	Tutin
2	Nova Vrška Čuka	7500	Zaječar	
3	Nova Vrška Čuka 1	9950	Zaječar	
4	Nova Vrška Čuka 2A	9000	Zaječar	
5	Nova Vrška Čuka 2B	9000	Zaječar	
6	Kula	9900	Kula	Kula
7	La Piccolina	6600	Vršac	KO Zagajica
8	Alibunar	42000	Alibunar	KO Alibunar
9	Malibunar	8000	Alibunar	
10	Plandište 1	102000	Plandište	KO Jermenovci, KO Velika Greda i KO Plandište
11	Kovačica	104500	Kovačica	KO Crepaja i KO Debeljača
12	Čibuk 1	158460	Kovin	KO Mramorak

- U novembru 2015. otvoren je vetropark “Kula” koji je ujedno i prvi vetropark u Srbiji.
- Postrojenje je izgradila kompanija MK Fintel Wind, u čiju realizaciju je uloženo 15 miliona evra.
- Vetropark “Kula” se sastoji od tri “Vestas” vetrogeneratora visine 178 metara i instalisane snage 9,9 MW.
- Vetrogeneratori, koji su ujedno i najviši u jugoistočnoj Evropi, proizvodiće oko 27 miliona kWh energije godišnje, što je dovoljno za potrebe blizu 8.000 domaćinstava.
- Trenutno je u funkciji jedan od ukupno tri vetrogeneratora.
- Završetak svih radova, kao i puštanje u rad celog vetroparka se očekuje do kraja 2015. godine.

- Transport vetrogeneratora u Kuli*
- Montaža vetrogeneratora u Kuli*

Vetropark „Kula“

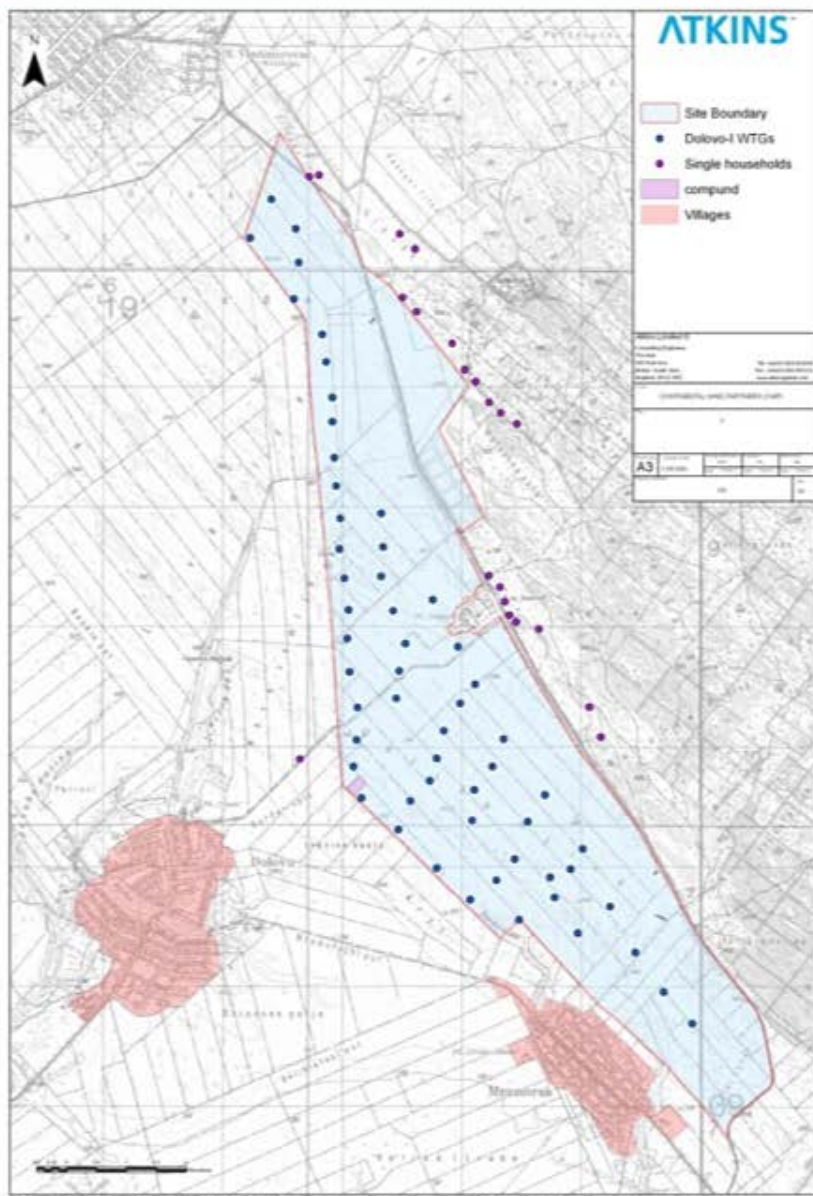


Planirani projekti u Južnom Banatu

- Krajem 2014. godine bilo je ukupno 9 vetroparkova u različitim fazama razvoja u okviru radijusa od 30 km u oblasti Južnog Banata.
- Ovi projekti su u raznim fazama od prenacrti i pripreme prostornog plana do izgradnje.
- Samo je jedan vetropark bio u fazi izgradnje i to vetropark „Plandište.



Lokacije predloženih vetroparkova



Raspored elemenata unutar predloženog vetroparka

Vetropark “Čibuk 1”

- Početkom 2016. godine u Srbiji bi trebalo da počne izgradnja vetroparka “Čibuk 1” snage 158.46 MW (57 vetrogeneratora tip GE 2.75-120, individualne nominalne snage od 2.78 MW) u vrednosti 270 miliona eur.
- Vetropark će zauzimati ukupnu površinu od 37 km², pored mesta Vladimirovac, Devojački Bunar, Dolovo, Mramorak i Bavanište. Od Deliblatske peščare vetropark “Čibuk 1” biće udaljen nešto više od 1 km.
- Investitori projekta su kompanije Vetroelektrane Balkana doo, Beograd i Continental Wind Partners.

Vetropark “Čibuk 2”

- Planirana je izgradnja i vetroparka “Čibuk 2” kapaciteta 129 MW u vrednosti od 180 miliona eur.

Vetropark „Alibunar“



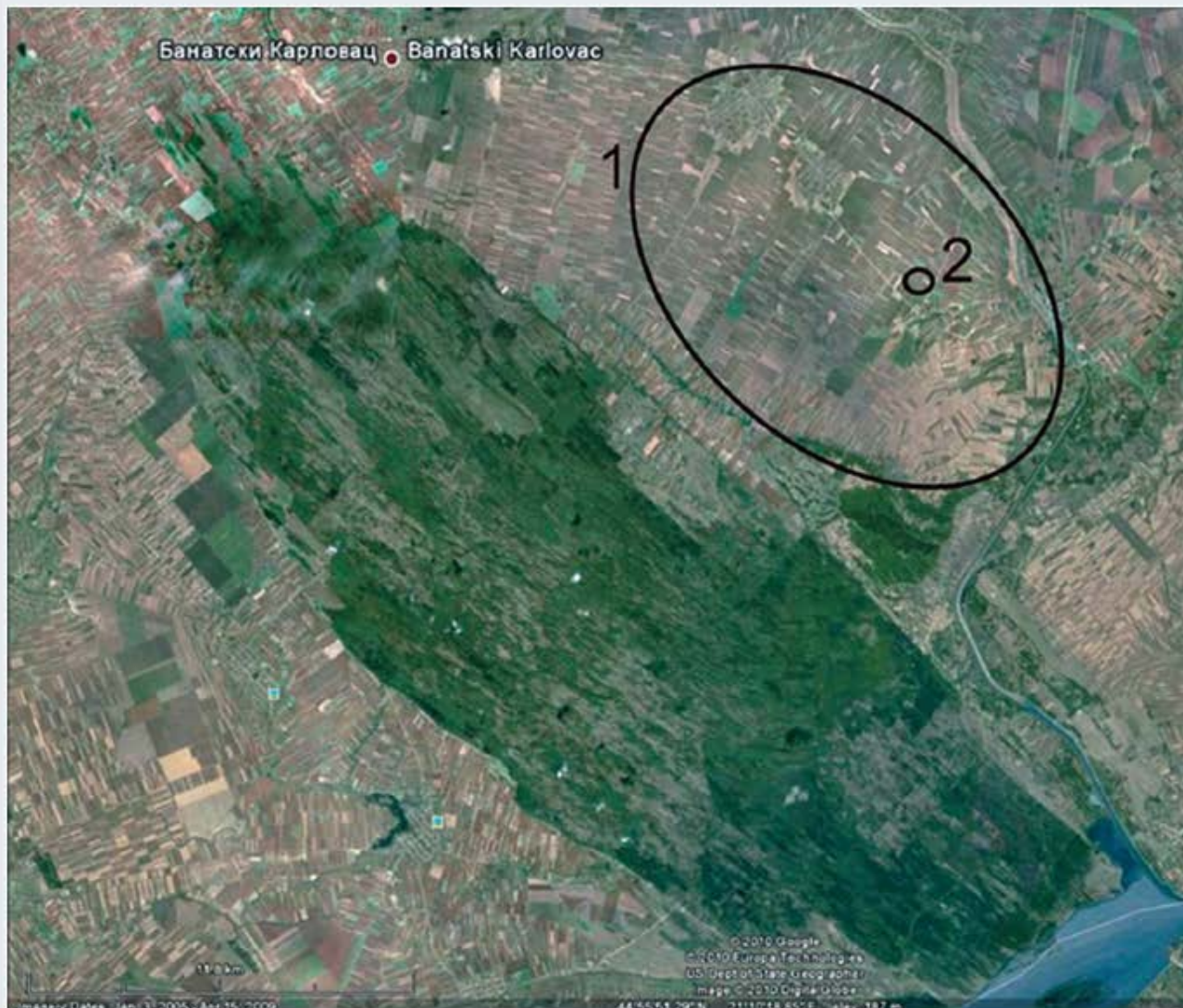
Lokacija i plan Alibunar vetroparkova



Pogled iz pravca Seleuša

- Kompanija WindVision Windfarm A d.o.o, podružnica holandske kompanije WindVision, namerava da izgradi vetroelektranu u blizini naselja Seleuš, Vladimirovac, i Alibunar na teritoriji opštine Alibunar, u regionu Južnog Banata.
- Projekat obuhvata „Alibunar A“ i „B“ vetroparkove i podstanice, kao i 11.8 kilometara dalekovoda.
- Turbine za „Alibunar A“ će se prostirati na površini od 3000 ha, a za „Alibunar B“ na 2200 ha.
- Predviđeno je instaliranje 33 turbine snage 3 MW za „Alibunar A“ i 25 za „Alibunar B“, tako da će „Alibunar A“ imati ukupan kapacitet do 99 MW, a „Alibunar B“ do 75 MW.

Vetroparkovi „Košava“ i „La Piccolina“



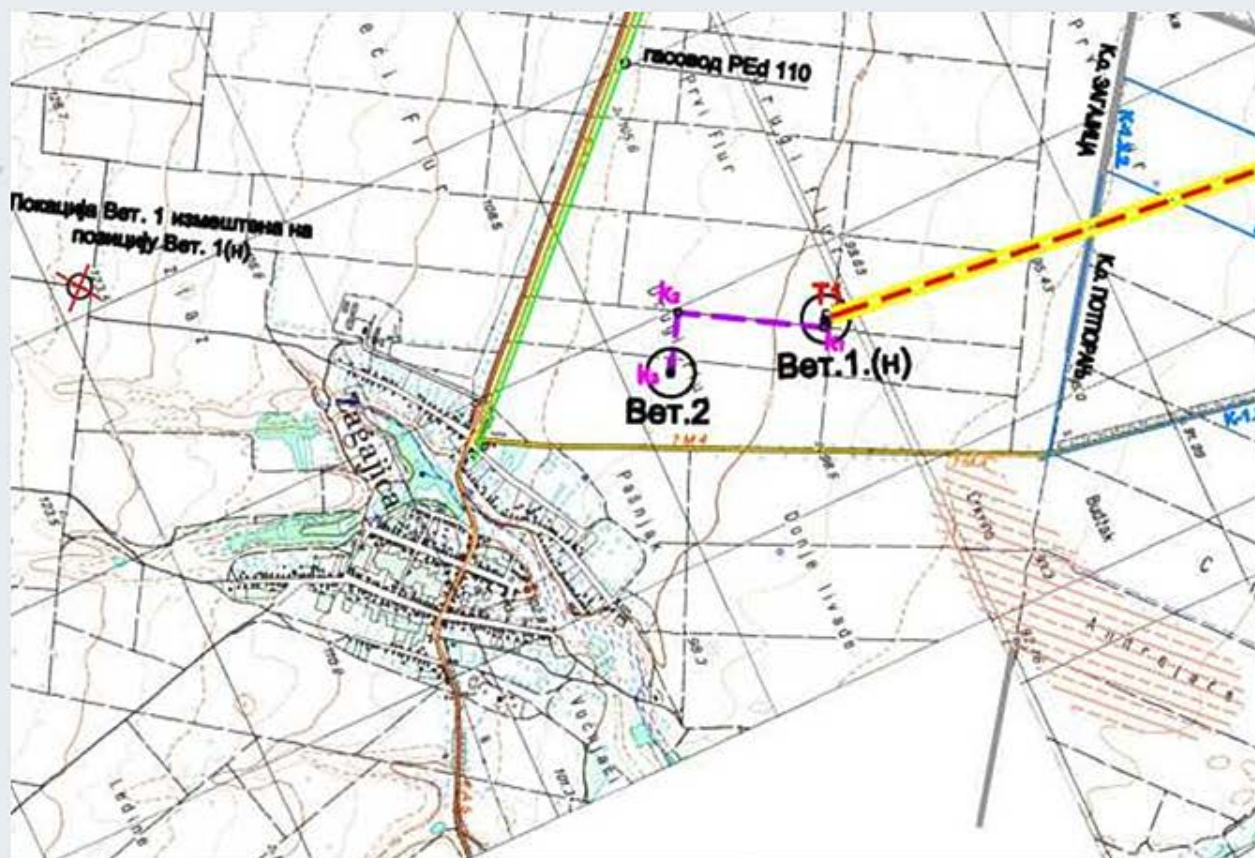
- Investitor - „MK-Fintel Wind“ ad.
- Lokacija: teritorija opštine Vršac

*Položaj predmetne lokacije u odnosu na okruženje
(1-područje VE „Košava“, područje VE La Piccolina)*



Vetropark "La Piccolina"

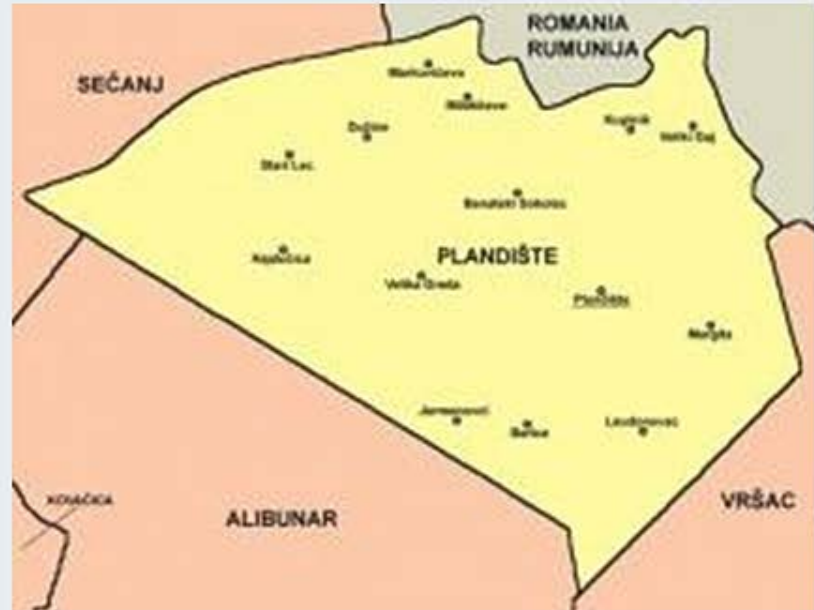
- Vetropark "La Piccolina" čine samo dve vetroturbine čija će izgradnja početi početkom 2016.
- Ovaj vetropark instalisane snage 6,6 MW i ukupne vrednosti 11 miliona eur nalaziće se na teritoriji KO Zagajica.
- "La Piccolina" će isporučivati 18 GWh u toku godine, što je ekvivalent godišnje potrošnje 5.500 srpskih domaćinstava.



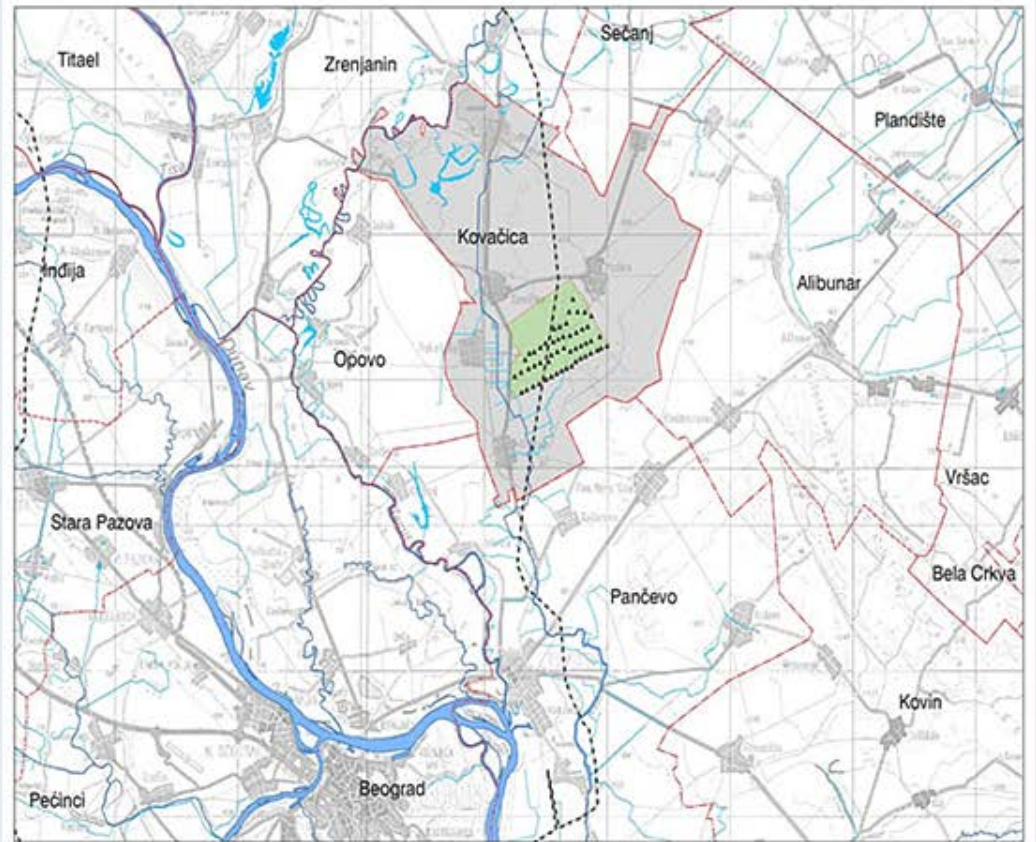
Lokacija vetroparka „La Piccolina“ sa dispozicijom vetroturbina

Vetropark "Plandište"

- Kompanija NIS Energovind počela je u septembru 2013. u Plandištu izgradnju 34 vetrogeneratora ukupnog kapaciteta 102 MW u vrednosti 160 miliona eur.
- Naftna industrija Srbije (NIS) ima polovinu udela u ovom projektu, a preostalih 50% udela ostalo je u vlasništvu kompanije Energovind sa kojom je NIS u decembru 2012. godine potpisao Sporazum o izgradnji vetroparka "Plandište".
- NIS je 17. decembra 2014. potpisao memorandum o saradnji sa kineskom firmom Goldwind o isporuci generatora za vetropark „Plandište“.
- Prvobitno vetropark je trebalo da bude završen krajem 2014. godine.



Vetropark „Kovačica“



- Vetropark „Kovačica“ instalisane snage 95 MW se nalazi u istoimenoj opštini. U prvoj fazi izgradnje vetroparka planira se 38 vetroturbina (model General Electric 2.5-120).
- Projekat se prostire na području od približno 3.711 ha i to u katastarskim opštinama Kovačica, Debeljača i Crepaja i nalazi se na približno 80 m nadmorske visine na zapadu, koja se povećava u pravcu istoka do maksimalnih 115 m. Područje okružuju naseljena mesta Debeljača, Kovačica, Padina i Crepaja.
- Načelno su planirane 2 faze od kojih je faza 1 planirana za izgradnju u toku prvog kvartala 2015. godine.
- Investitor je američka kompanija Dženeral elektrik.

Zaključak

- Vetroenergetika kao obnovljiv izvor energije na prostoru Srbije je još uvek u povoju i njen obimniji razvoj se tek očekuje.
- Urađen je Atlas vetrova na osnovu koga je zaključeno da je najveći potencijal za korišćenje energije vetra u Srbiji u košavskom području, a to je region Vojvodine (Banat, deo kod Vršca, Plandište, Pančevo i Kovin) i region istočne Srbije u donjem toku Dunava.
- Izračunato je da ukupna raspoloživa godišnja količina energije vetra za celu teritoriju Srbije iznosi oko $2,4 \times 10^3$ TWh.
- U Srbiji je novembra 2015. godine pušten u rad prvi vetropark u Kuli snage 9,9 MW koje će moći da proizvede 27 miliona kWh energije godišnje.
- U narednom periodu Srbija bi trebalo da dobije između 160 do 170 novih vetrenjača koje će biti izgrađene najviše u Vojvodini i uz sliv Dunava.
- Srbija može da koristi više od dve decenije iskustva zemalja sa razvijenom vetroenergetikom i primere dobre prakse pri formiranju politike i pri izgradnji vetroelektrana.

Hvala na pažnji

