



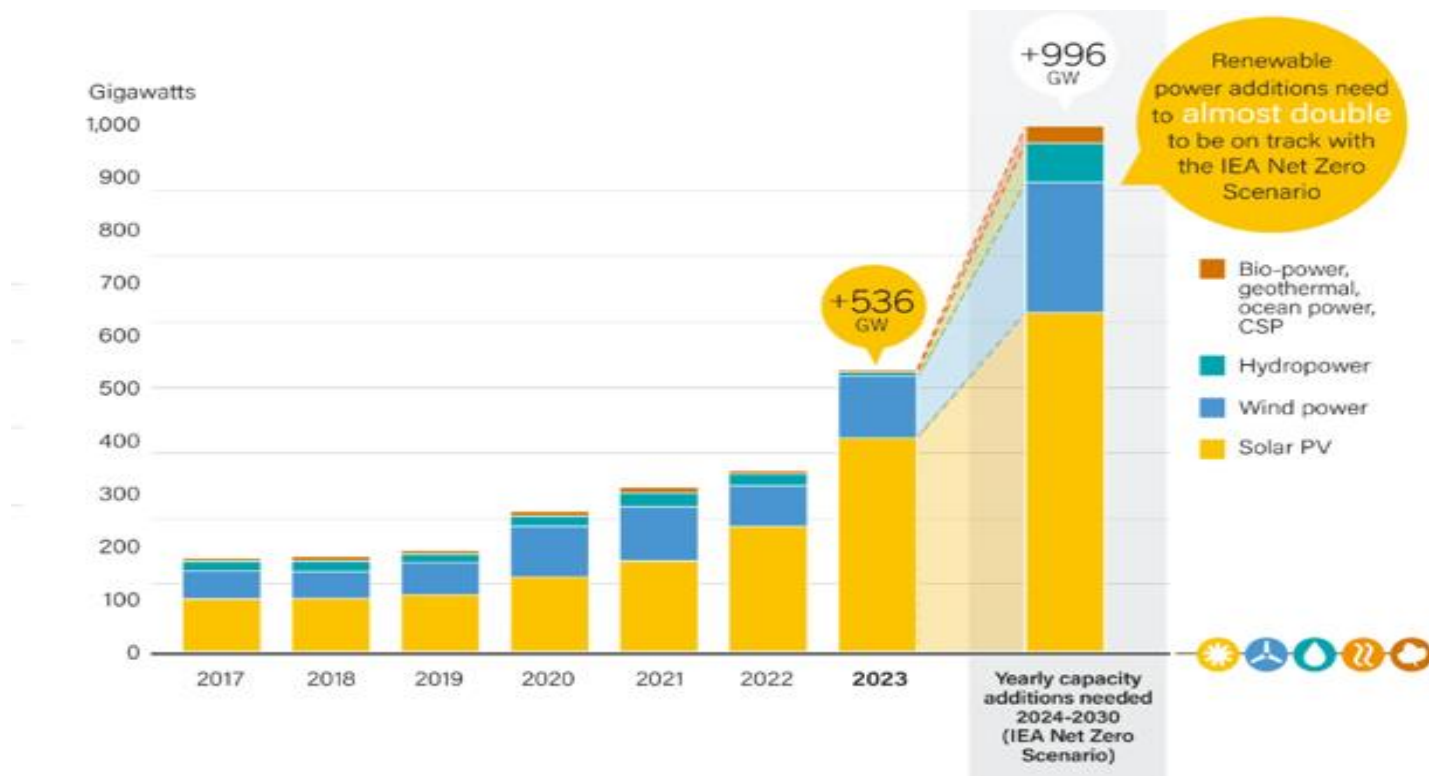
Male vetrne elektrarne (MVE)

Predavatelj mag. Andrej Zorec, univ.dipl.inž.el.
Ljubljana, 11.04.2025

Vsebina

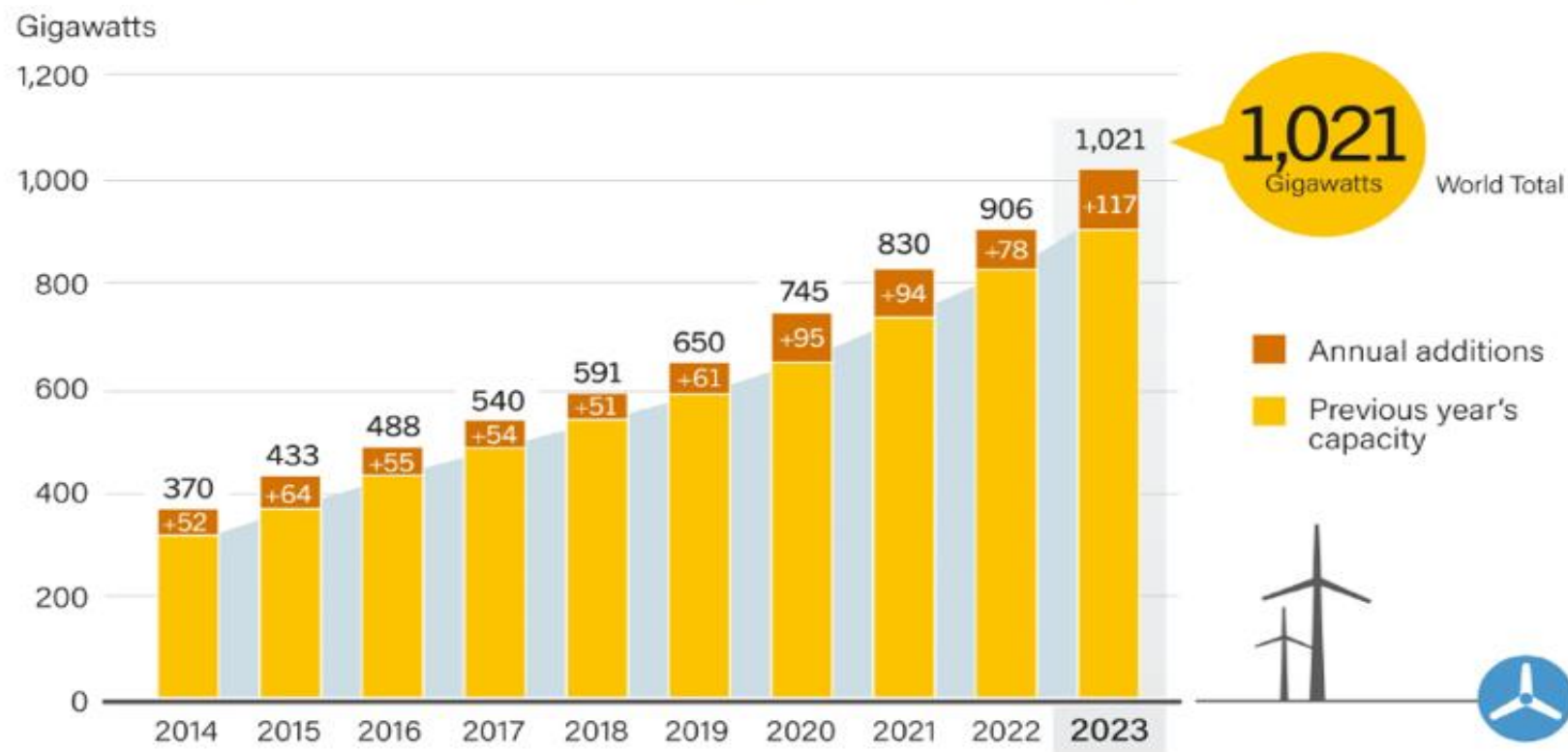
1. Uvod – zakaj OVE kot npr. vetrna energija ?
2. Vetrne elektrarne:
 - zakonodaja, standardi,...
 - praktični primeri za načrtovanje in delovanje male vetrne elektrarne
 - predstavitev MVE
 - poslovni modeli
3. Zaključek

1. Uvod - globalna zmogljivost EE iz OVE po moči in po tehnologiji v GW, 2017 - 2030



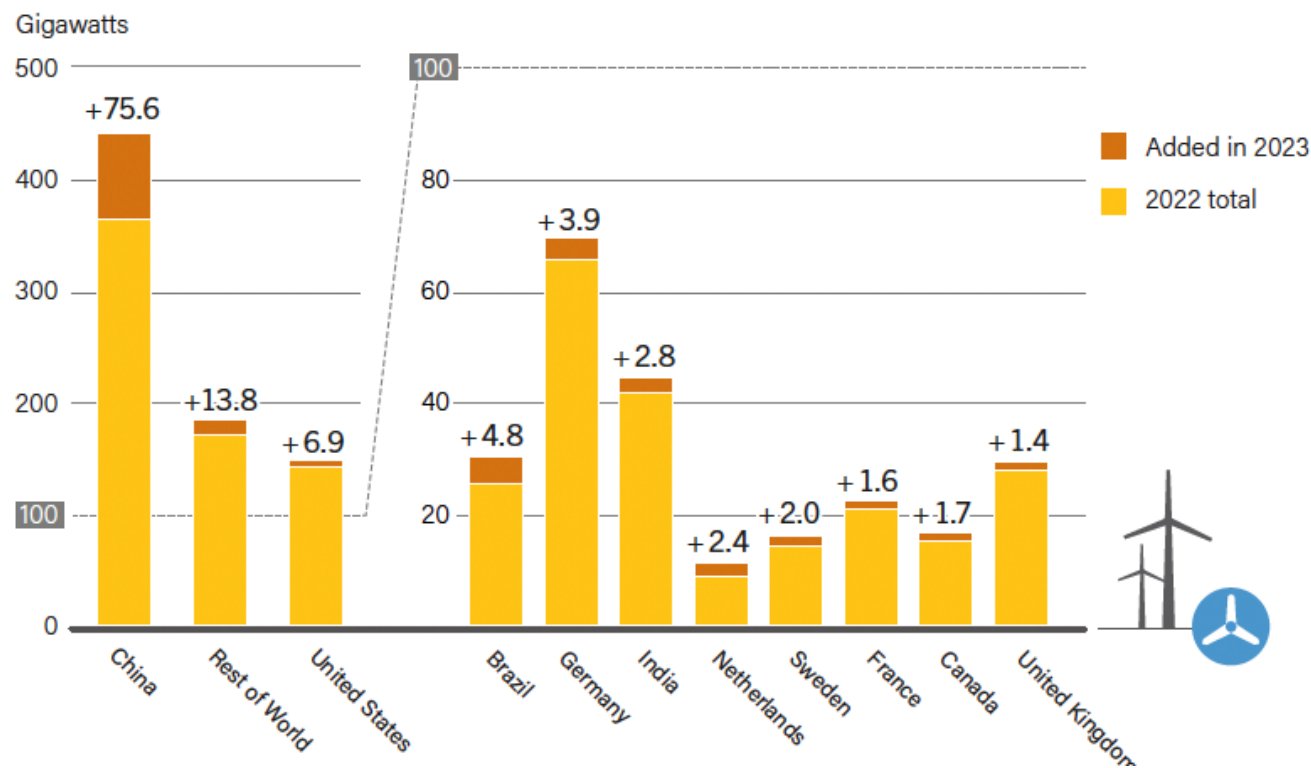
Vir: REN 21, RENEWABLES 2024, GLOBAL STATUS REPORT

1. Uvod - globalna kapaciteta vetrnih elektrarn v GW, 2011 - 2021



1. Uvod - globalna kapaciteta vetrnih elektrarn v GW, Top 10 držav v 2023

FIGURE 34.
Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries and Rest of World, 2023



Vir: REN 21, RENEWABLES 2024, GLOBAL STATUS REPORT

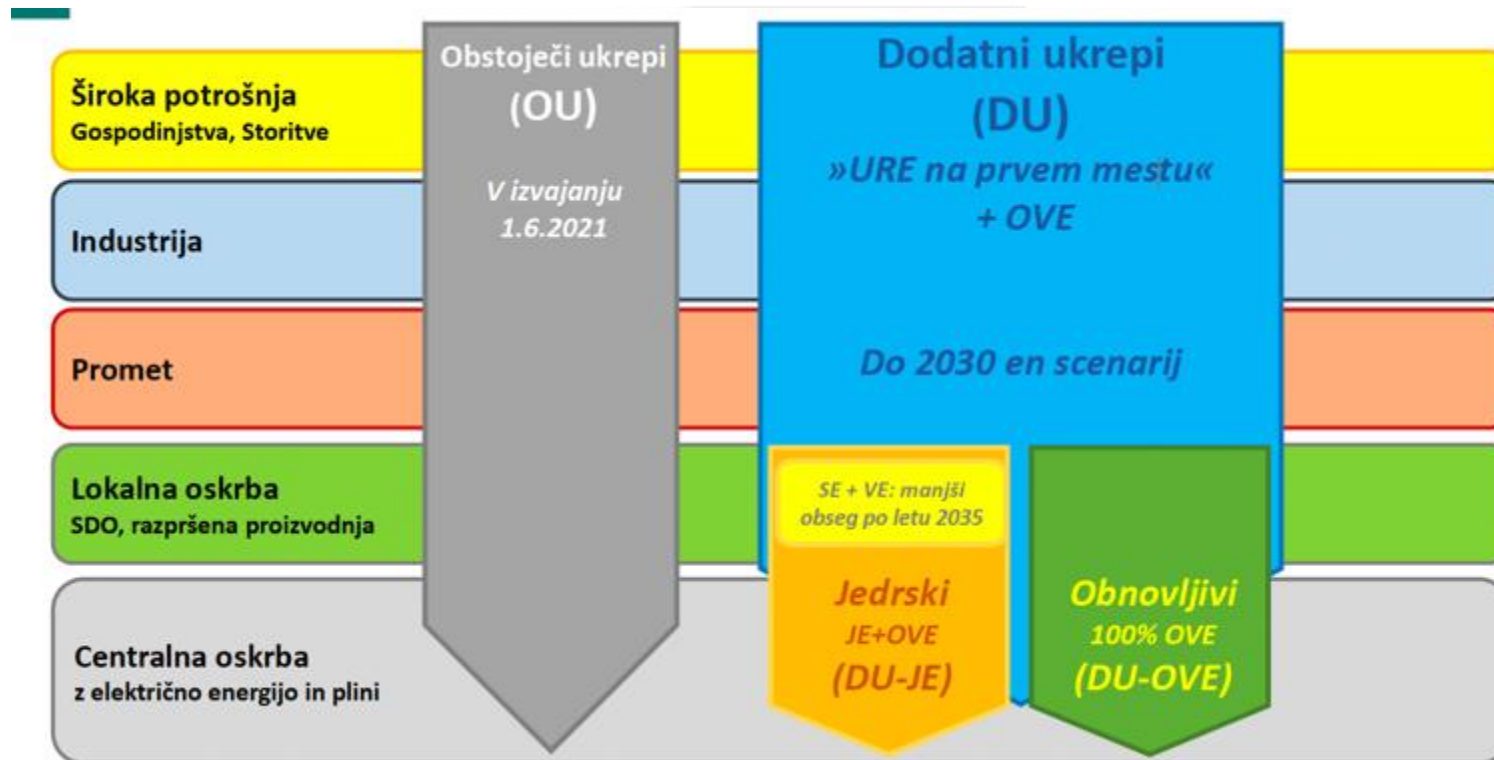
1. Uvod - zakaj OVE viri ?

	 Slovenija		 EU
CILJI 2030	NEPN 2020	Posodobitev NEPN 2024	
Podnebje			
Skupne emisije TGP <i>Zmanjšanje glede na leto 2005</i>	-36%	-55% 2033 -35% - 45% 2030	-55%
Emisije TGP neETS	-20% (-15%)	-28% (-27%)	-40%
Obnovljivi viri energije			
Delež OVE v bruto končni rabi	27%	33%	>42,5
Učinkovita raba energije			
Raba končne energije	54,9 TWh	50,2 TWh -11,1%	-11,7%

Scenariji za sončne elektrarne do leta 2040, Slovenija (MW),

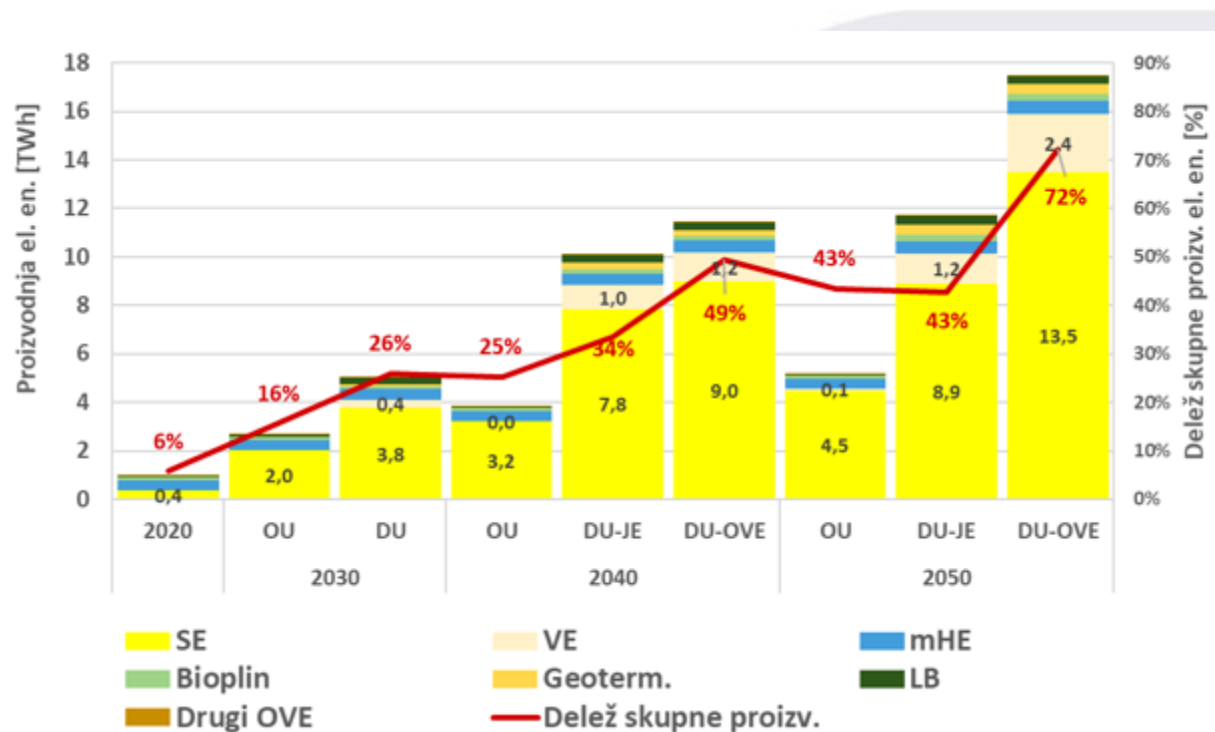
Vir: Posodobljeni celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije

1. Uvod - zakaj OVE viri ?



Scenariji za sončne elektrarne do leta 2040, Slovenija (MW),
Vir: Posodobljeni celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije

1. Uvod - zakaj OVE viri ?



Lokalna proizvodnja prevzema večji delež v skupni proizvodnji električne energije !

Scenariji za sončne elektrarne do leta 2040, Slovenija (MW),

Vir: Posodobljeni celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije

1. Uvod - zakaj OVE viri ?

Zakaj vetrna energija:

- Spodnja tabela podaja tabelarni pregled proizvodnje električne energije iz vetrnih elektrarn (VE) po letih za obdobje 2020 – 2040.
- Spodbujale se bodo napredne tehnologije in sistemi obratovanja s čim nižjim hrupom ter čim manjšim vplivom na ptice in netopirje

Preglednica 66: Proizvodnja električne energije v vetrnih elektrarnah (VE) v obdobju 2020–2040

	Enota	2020	2025	2030	2035	2040
Scenarij OU	GWh	6	6	6	11	16
Scenarij DU-JE	GWh	6	6	356	697	998
Scenarij DU-OVE	GWh	6	6	356	697	1.232

Scenariji za sončne elektrarne do leta 2040, Slovenija (MW),

Vir: Posodobljeni celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije

1. Uvod - zakaj OVE viri ?

Zakaj vetrna energija:

- Pri vetrnih elektrarnah (VE) se soočamo s težavami pri umeščanju v prostor (varstvena, zavarovana in ogrožena območja) ter družbeno sprejemljivostjo (zaradi razpršene poselitve je omejeno število lokacij vetrovno primernih območij, kjer v bližini ni ljudi in težav s hrupom).
- Zato v analiziranih scenarijih razvoja VE ostajamo znotraj potenciala 430-530 MW, ki je bil ocenjen v okviru prenove AN-OVE v letu 2015.

*Scenariji za sončne elektrarne do leta 2040, Slovenija (MW),
Vir: Posodobljeni celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije*

1. Uvod - zakaj OVE viri ?

Zakaj vetrna energija:

- Trg mikro in malih vetrnih elektrarn je v Sloveniji še v razvoju, saj imamo inštaliranih skupaj 100 kW.
- V Sloveniji imamo za 400 MW vseh vrst vetrnih elektrarn, ki so ali v pridobivanju gradbenega dovoljenja, v upravnih postopkih ali pa šele predvidene v raznih strokovnih podlagah.
- Trenutno je inštalirana moč vseh vetrnih elektrarn v Sloveniji okoli 3 MW.



Slika: Primer vetrne elektrarne 3,5 kW za samooskrbo

Vir: Male VETRNE ELEKTRARNE - načrtovanje, namestitve, ekonomika obratovanja, vzdrževanje in sofinanciranje, Agencija Poti On-line interaktivni seminar, 02.02.2021

1. Uvod - zakaj OVE viri ?

Zakaj sončna in vetrna energija:

- Razvojni načrt distribucijskega sistema EE v RS 2023-2032

Ključni poudarki:

- NEPN za leto 2030 v svojem scenariju predvideva **1.650 MW inštaliranih sončnih elektrarn v Sloveniji in 415 MW vetrnih elektrarn.**
- Največji potencial sončne energije se kaže na območju Štajerske, Pomurja ter Primorske.

Vir: <https://www.sodo.si/sl/o-omrezju/razvoj/nacrt-razvoja>

1. Uvod - zakaj OVE viri ?

Zakaj sončna in vetrna energija:

- Razvojni načrt distribucijskega sistema EE v RS 2023-2032

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Sončna energija	400	500	600	700	800	900	1.050	1.200	1.350	1.500	1.650
Vetrna energija	10	22	34	46	58	70	86	102	118	134	150
Hidro energija (vključene mHE)	155	155	156	156	156	157	157	157	158	158	159
Bioplin	31	32	32	32	33	33	33	33	34	34	34
Lesna biomasa	33	34	36	37	38	40	45	50	55	60	90
Energija iz okolja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Skupaj:	629	743	858	971	1.085	1.200	1.371	1.542	1.715	1.886	2.083

Ocena povečanja zmogljivosti (kumulativne vrednosti) proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov po posameznih tehnologijah v MW v sektorju proizvodnje električne energije za Slovenijo

Vir: <https://www.sodo.si/sl/o-omrezju/razvoj/nacrt-razvoja>

2. Vetrne elektrarne

Zakonodaja/standardi

- Gradbeni zakon - GZ-1 (Uradni list RS, št. 199/21 in 105/22 - ZZNŠPP).
- Energetski zakon (EZ-2) (Uradni list RS, št. 38/24).
- Zakon o varstvu okolja - ZVO-2 (Uradni list RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-10, 78/23 – ZUNPEOVE in 23/24).
- Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 96/22).
- Zakon o urejanju prostora (ZUreP-1).
- Zakon o učinkoviti rabi energije (ZURE) (Uradni list RS, št. 158/20).
- Uredba o energetski infrastrukturi (Ur.l. RS št. 22/16, 173/21 in 38/24 – EZ-2).
- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 43/22).

2. Vetrne elektrarne

Zakonodaja/standardi

- Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (SONDSEE), Uradni list RS, št. 7/21, 41/22 in 77/24.
- UREDBO o manjših napravah za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije ali s soproizvodnjo z visokim izkoristkom (Ur. L. RS št. 14/20, 121/21 – ZSROVE, 132/23 in 102/24 – ZSROVE-B).
- Uredba o nadomestilu za izrabo prostora za proizvodno napravo na veter (Uradni list RS, št. 50/22).
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS, št. 140/21).
- Tehnična smernica TSG-N-002:2021, Nizkonapetostne električne inštalacije, Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, št. 007-134/2019, Ljubljana, 01. 09. 2021.
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 140/21) .
- Tehnična smernica TSG-N-003:2021, Zaščita pred delovanjem strele, Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, št. 007-134/2019, Ljubljana, 01. 09. 2021.
- Zakon o uvajanju naprav za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 78/23).

2. Vetrne elektrarne-standardi

Skupina standardov SIST EN 61400 povezanih z malimi vetrnimi elektrarnami (ang. Small wind turbines SWT)

- SIST EN 61400-2:2015, Male vetrne turbine.
- SIST EN 61400-11, Tehnike merjenja hrupa.
- SIST EN 61400-12-1, Preskušanje zmogljivosti vetrnih turbin za proizvodnjo električne energije.
- IEC 61400-14, Declaration of apparent sound power level and tonality values.
- IEC 61400-22, Conformity testing and certification.
- IEC 61400-23, Full-scale structural testing of rotor blades.

2. Vetrne elektrarne-standardi

Standard SIST EN 61400-2:2015 Male vetrne turbine

- ♣ Namen standarda **SIST EN 61400-2:2015** je zagotoviti ustrezno raven zaščite pred poškodbami v predvideni življenjski dobi malih vetrnih elektrarn.
- ♣ Obravnava vse podsisteme malih vetrnih elektrarn (ang. SWT), kot so varnostni mehanizmi, notranji električni sistemi, mehanski sistemi, podporne konstrukcije, temelji in električne povezave.

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Postopek pred gradnjo vetrne elektrarne:

- Lokacijska informacija.
- Idejna zasnova, idejni projekt ali študija.
- Posebna dovoljenja (energetsko, okoljevarstveno soglasje,...).
- Gradbeno dovoljenje (DA/NE).

DA - Projektni pogoji in soglasje k projektu.

DA - Gradbeno dovoljenje

NE - Soglasje h gradnji

NE – Gradnja enostavne naprave



Vir: https://www.sodo.si/_files/1631/brosura_v2013_SLO.pdf

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Postopek gradnje vetrne elektrarne:

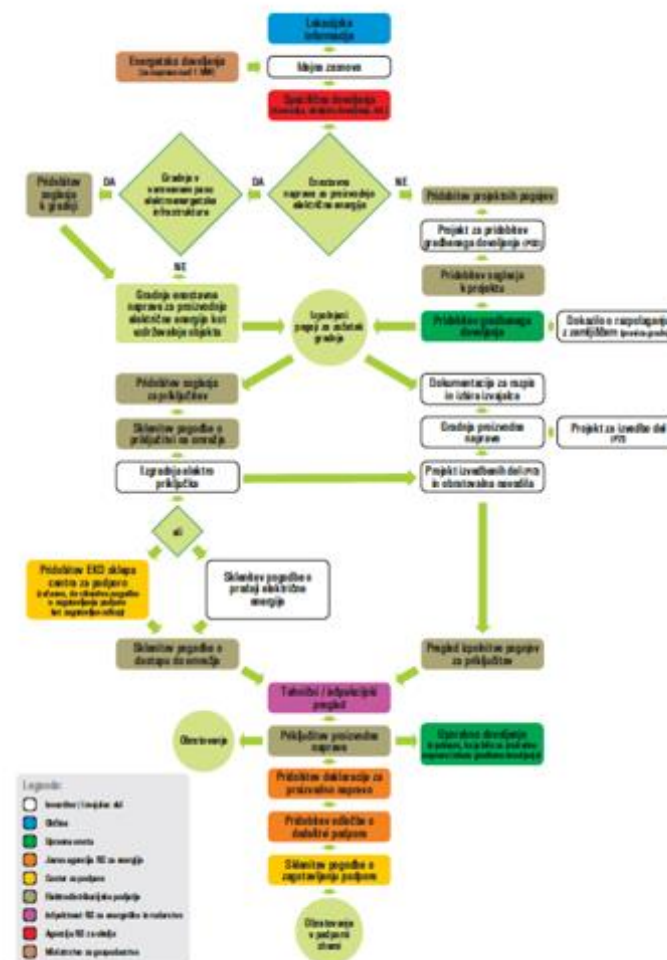
- Soglasje za priključitev.
- Izdelava projekta za izvedbo (PZI).
- Sklenitev pogodbe o priključitvi na omrežje.
- Izgradnja vetrne elektrarne in priključka.
- Izdelava projekta izvedenih del in obratovalna navodila.
- Sklenitev pogodbe o prodaji/nakupu EE.
- Vloga za priključitev in uporabo sistema s prilogami.
- Sklenitev pogodbe o dostopu do omrežja.
- Tehnični/inšpekcijski pregled.
- Priključitev proizvodnje naprave.



Vir: https://www.sodo.si/_files/1631/brosura_v2013_SLO.pdf

Postopek gradnje vetrne elektrarne:

<https://www.sodo.si/sl/za-odjemalce/ucinkovita-poraba-energije/koristni-nasveti-za-izgradnjo-manjsih-elektrarn>



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Postopek gradnje vetrne elektrarne:

Priročnik za postavitev manjših elektrarn

Priročnik za postavitev manjših elektrarn za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije in s soproizvodnjo toplote in elektrike.

Več na:

<https://www.energetika-portal.si/.../postavitev.../>



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Postopek gradnje vetrne elektrarne:

VETRNE ELEKTRARNE

Vetrne elektrarne pretvarjajo kinetično energijo vetra v električno energijo. Osnovni sestavni deli vetrnega generatorja so vetrna turbina, pogosto še reduktor in električni generator.

Slovenija ni vetrovno bogata dežela, saj leži v zavetju Alp, kar preprečuje prodor severovzhodnih vetrov, vzhodni vetrovi pa so redkejši. Največji potencial je na Primorskem in Notranjskem ter na grebenih gorskih planot, kjer je hitrost vetra pogosto nad 4,5 m/s, kar je osnovni pogoj za gradnjo vetrnih elektrarn.

Majhni vetrni sistemi, so sistemi z generatorji moči od nekaj 10 W do nekaj kW. Z minimalno močjo začnejo delovati pri hitrosti vetra

okrog 2 m/s, z najvišjo močjo pa delujejo pri hitrostih okrog 10-20 m/s. Majhni vetrni sistemi močno presežejo strošek izgradnje (€/W) v primerjavi s samostojnimi fotovoltaičnimi sistemi. Z naraščanjem velikosti vetrnih sistemov pa se ta cena močno zmanjšuje (pri močeh nad 1 MW pade pod 1 €/W). Vetrne elektrarne so tehnični objekti, ki imajo s svojim umeščanjem v prostor tudi določen negativen vpliv na okolje: zlasti sta to hrup in ogrožanje živali, kar je potrebno posebej skrbno obravnavati na varovanih in ekološko pomembnih območjih, kot je npr. Natura 2000.



Več na:

<https://www.energetika-portal.si/.../postavitev.../>

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Postopek gradnje vetrne elektrarne:

VETRNA ELEKTRARNA NA KOPNEM	
Moč	2,15 MW
Življenjska doba	20 let
Investicija (okvirni stroški)	1.400 €/kW
Emisije (tCO ₂ [ekv])/GWh	10
Smiselni investitorji	gospodarski subjekti
Relevantni postopki za začetek obratovanja	Izhodiščni podatki investitorja v OVE in lokacijska informacija; mnenje o možnosti vključitve v omrežje in analiza primernosti lokacije; IZP, študija izvedljivosti ter odločitve o gradnji; postopki v zvezi z varstvom okolja; pridobitev projektnih pogojev, izdelava projektne dokumentacije in pridobitev soglasij za priključitev; dokazilo o razpolaganju z zemljiščem; GD; postopek izbire izvajalca; gradnja proizvodne naprave in izgradnja priključka; pogodba o nakupu in prodaji el. energije ali sklenitev Eko pogodbe s centrom za podpore; sklenitev pogodbe o uporabi sistema; tehnični pregled; uporabno dovoljenje; priključitev na energetska omrežje (pogoj za priključitev je sklenjena pogodba o dobavi oz. odkupu el. energije in pogodba o uporabi sistema); deklaracija za proizvodno napravo in odločba o podpori (nista pogoj za obratovanje, sta za pridobitev podpore), sklenitev pogodbe o zagotavljanju podpore.



Več na:

<https://www.energetika-portal.si/.../postavitev.../>

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Kratek povzetek standarda SIST EN 61400-2:2015

- Standard IEC 61400-2 obravnava varnostna načela, zagotavljanje kakovosti in celovitost zasnove ter določa zahteve za zaščito malih vetrnih turbin (SWT), vključno z načrtovanjem, namestitvijo, vzdrževanjem in delovanjem pri določenih zunanjih pogojih.
- Njegov namen je zagotoviti ustrezno raven zaščite pred poškodbami zaradi nevarnih lastnosti teh sistemov v njihovi predvideni življenjski dobi.
- Ta standard obravnava vse podsisteme enot SWT, kot so varnostni mehanizmi, notranji električni sistemi, mehanski sistemi, podporne konstrukcije, temelji in električne povezave z obremenitvijo.
- Sistem male vetrne turbine vključuje vetrno turbino, vključno s podporno konstrukcijo, regulator turbine, regulator napajanja/inverter (če je potrebno), napeljavo in odklopnike, navodila za namestitev in uporabo ter drugo dokumentacijo.

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Kratek povzetek standarda SIST EN 61400-2:2015

- Čeprav je ta standard podoben standardu IEC 61400-1, vključuje **poenostavitve in bistvene spremembe za namen uporabe za male vetrne turbine.**
- Katere koli zahteve tega standarda se lahko spremenijo v primeru, če je mogoče ustrezno prikazati, da varnostne lastnosti sistema turbine niso ogrožene. Vendar se ta določba ne uporablja za klasifikacijo in povezane definicije zunanjih pogojev iz točke 6 standarda.
- Skladnost s tem standardom ne odvezuje nobene osebe, organizacije ali družbe **odgovornosti za zagotavljanje skladnosti z drugimi veljavnimi zakonskimi predpisi in standardi v državi postavitve male vetrne elektrarne!**

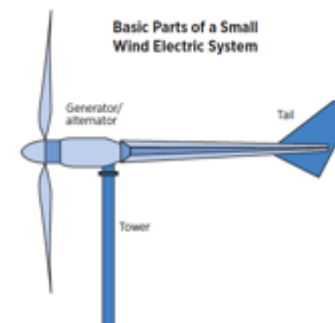
2. Vetrne elektrarne zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Kratek povzetek standarda SIST EN 61400-2:2015

Definicija SWT:

- Površina delovanja rotorja $< 200\text{m}^2$
($< \sim 16\text{ m}$ premera, $< 65\text{ kW}$)
- AC napetost $< 1000\text{V}$ ali DC napetost $< 1500\text{V}$

Ta standard se uporablja za vetrne turbine z območjem delovanja rotorja, manjšim ali enakim 200 m^2 , ki proizvajajo električno energijo pri napetosti manj kot 1000 V (izmenični tok) ali 1500 V (enosmerni tok) pri načinih uporabe znotraj in brez omrežja.



Source: Open Energy Information, 2015

2. Vetrne elektrarne zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

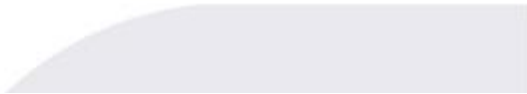
- Splošno sprejeta definicija malih vetrnih turbin in njihovo razlikovanje od velikih vetrnih turbin.
- Najpogostejše merilo je zmogljivost sistema z omejitvijo 100 kilovatov. Sistemi z izhodno močjo manj kot 100 kW veljajo za majhne vetrne turbine.
- To definicijo predstavljajo Svetovna zveza za vetrno energijo WWEA in tudi vetrna združenja iz različnih držav.
- Glede na raziskavo nemškega združenja za vetrno energijo je predlagana naslednja klasifikacija majhnih vetrnih turbin na podlagi zmogljivosti:

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Vrsta mVE	Moč	Uporaba
Mikro vetrne turbine	0 do 5 kW	Domači uporabniki in domovi za eno družino Priključen na električno omrežje ali baterijski otočni sistem
Mikro vetrne turbine	5 do 30 kW	Podjetja in kmetje
Mikro vetrne turbine	30 do 100 kW	Podjetja in kmetje Priklučitev na omrežje srednje napetosti

- V praksi imajo male vetrne turbine v Nemčiji redko izhodno moč nad 30 kW in redko več kot 30 m.
- Višina turbine se lahko uporablja tudi kot merilo za razlikovanje malih vetrnih turbin.
- **Druga opredelitev je v tehničnem standardu IEC 61400-2. Tam je poudarek na površini rotorja. Naprave s površino delovanja rotorja do 200 m² so majhne vetrnice. To ustreza premeru rotorja do približno 16 m (glej slajd 86).**

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE



Rated power (kW)	Rotor swept area (m ²)	Sub-category
$P_{\text{rated}} < 1 \text{ kW}$	$A < 4.9 \text{ m}^2$	Pico wind
$1 \text{ kW} < P_{\text{rated}} < 7 \text{ kW}$	$A < 40 \text{ m}^2$	Micro wind
$7 \text{ kW} < P_{\text{rated}} < 50 \text{ kW}$	$A < 200 \text{ m}^2$	Mini wind
$50 \text{ kW} < P_{\text{rated}} < 100 \text{ kW}$	$A < 300 \text{ m}^2$	(No clear definition adopted yet)

Source: CIEMAT

Klasifikacija SWT od nekaj W do 100 kW,

Vir: <https://www.wind-energy-the-facts.org/introduction-5.html>

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE-kratek povzetek standarda SIST EN 61400-2:2015

Metodologija oblikovanja:

- Poenostavljene enačbe obremenitve (vodoravna os, 2 ali več lopatic,...).
- Simulacija modeliranja.
- Meritve obremenitve.
- Testiranje mehanskih obremenitev komponent.
- Statični preizkus lopatic je potreben.
- Testi varnosti, delovanja in vzdržljivosti zahtevani.

2. Vetrne elektrarne zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE-kratek povzetek standarda SIST EN 61400-2:2015

Okoljski pogoji:

- Standard IEC 61400-2 obravnava različne podnebne in okoljske pogoje v normativnih referencah, vključno s **prahom, tifoni, korozijo morske vode, tropskimi razmerami itd.**
- **Otoki imajo različne pogoje;** je potrebno določiti poseben test za otoško morsko okolje za turbinski sistem, vključno z električnimi sistemi, kjer je mogoče najti slano in tropsko stanje.

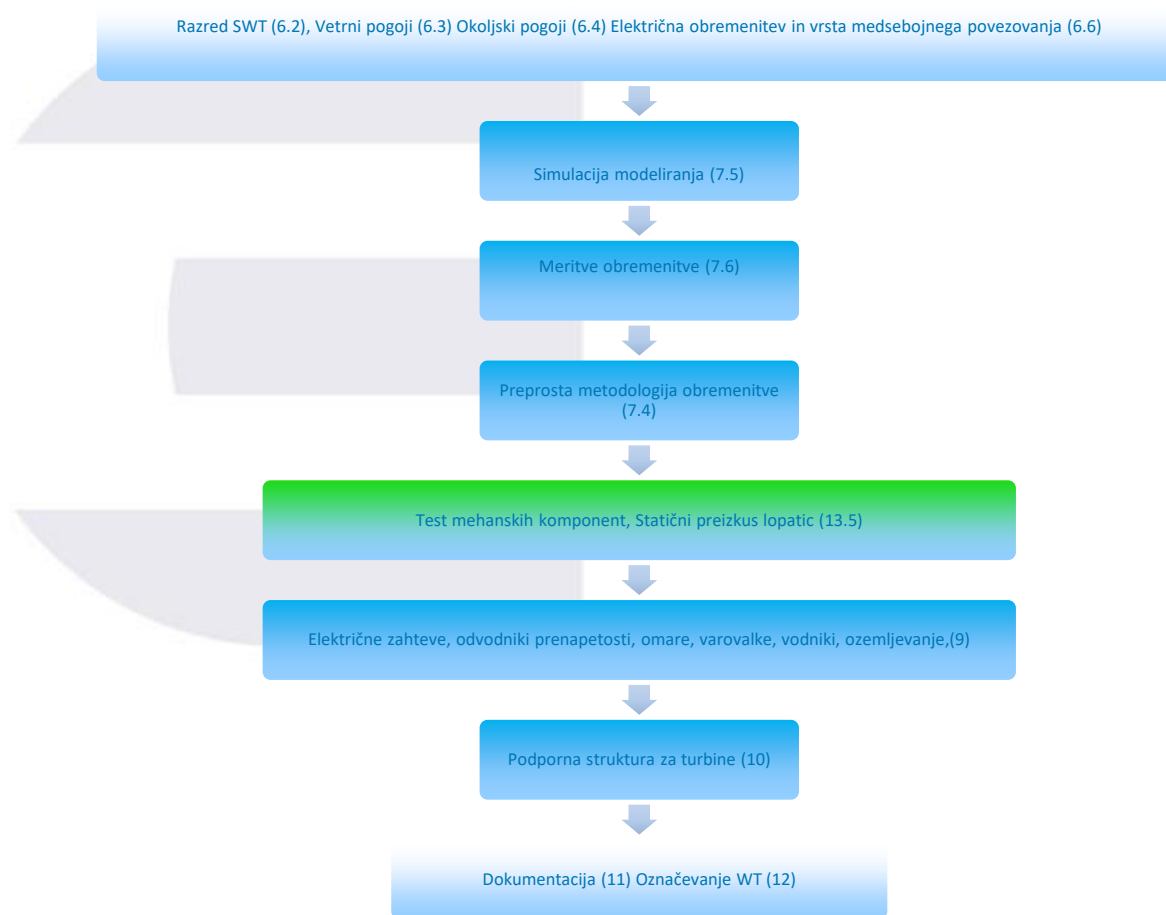
2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE-kratek povzetek standarda SIST EN 61400-2:2015

Legenda:

- Analize/kalkulacije

- Testi

(x) - poglavje v standardu



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE-kratek povzetek standarda SIST EN 61400-2:2015

Razred SWT	I	II	III	IV	S
Vref (m/s)	50	42,5	37,5	30	Vrednosti določi konstruktor!
Vave (m/s)	10	8,5	7,5	6	

Legenda:

Vref - Referenčna hitrost vetra v povprečju več kot 10 minut

Vave – povprečna letna hitrost vetra na sredinski višini (višina rotorja)

Osnovni parametri razredov SWT, vir: standard SIST EN 61400-2:2015



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Izbor lokacije (hitrost vetra, klimatski pogoji, bližina omrežja)...

- ✓ Za delovanje sistema SWT niso primerne vse lokacije. Poleg vprašanj, povezanih z izdajo dovoljenj, kot so varnostni vidiki odločilno vlogo igra tudi povprečni volumen vetra na lokaciji oz. hitrost vetra na lokaciji !
- ✓ V zvezi z zahtevo po odobritvi in soglasjih lahko SWT vplivajo na okoliške stavbe le v dovoljenem okviru. Poleg tega se za načrtovani projekt priporoča vključitev sosedov, ki bi jih SWT morda prizadela.
- ✓ **Da bi zagotovili varčno delovanje, mora biti hitrost vetra na višini rotorja najmanj štiri metre na sekundo.** Ker se vetrna moč povečuje s trojno močjo do hitrosti vetra, imajo tudi nekoliko višje vrednosti izjemno velik vpliv na izkoristek. Zmanjšanje na tri metre na sekundo bi več kot prepolovilo količino energije.
- ✓ **Poleg dobre prepustnosti vetra je potreben prost pretok iz glavne smeri vetra. Ovire, kot so zgradbe, hribi in drevesa, vodijo ne le do manjše hitrosti vetra, ampak tudi do večje turbulence, kar negativno vpliva na proizvodnjo električne energije.**

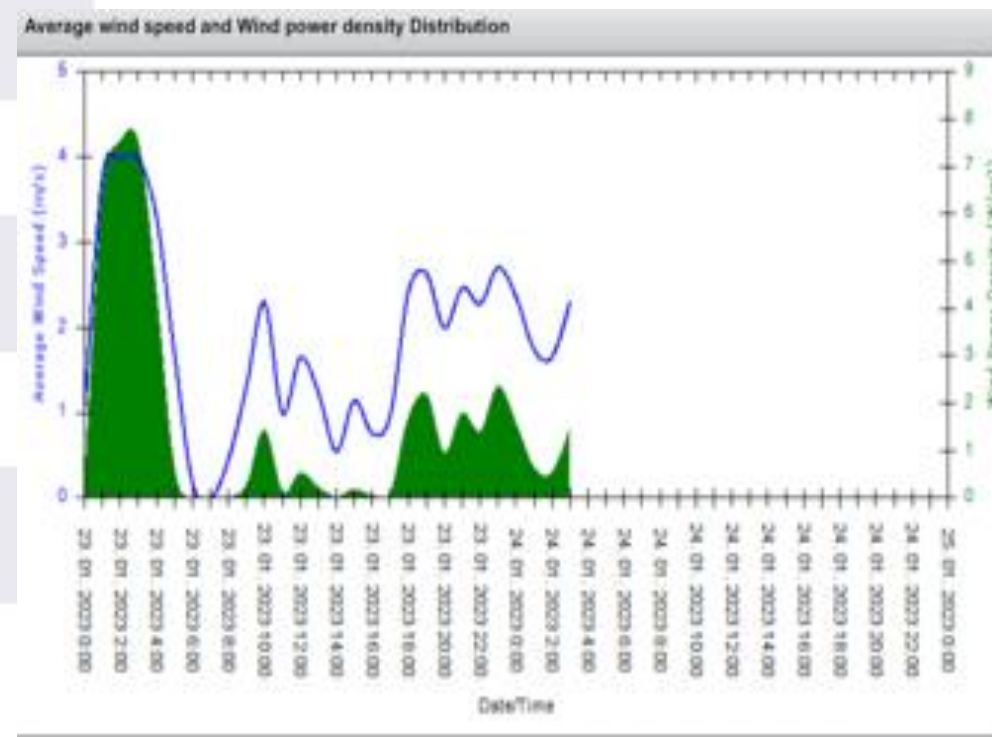
2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Izbor lokacije (hitrost vetra, klimatski pogoji, bližina omrežja)

...

- ✓ Zahtevate lahko vremenske postaje ali pa uporabite vetrne karte za oceno hitrosti vetra na lokaciji. Vendar so ti podatki primerni le kot grob pregled, saj geografskih ovir in natančne porazdelitve hitrosti in smeri vetra ni mogoče prikazati.
- ✓ Zaradi tega je priporočljivo merjenje vetra na lokaciji na višini načrtovanega sistema. Za merjenje je mogoče naročiti profesionalno podjetje, ki beleži podatke vsaj 12 mesecev, da lahko kadar koli dneva ali letnega časa ugotovi hitrost vetra.



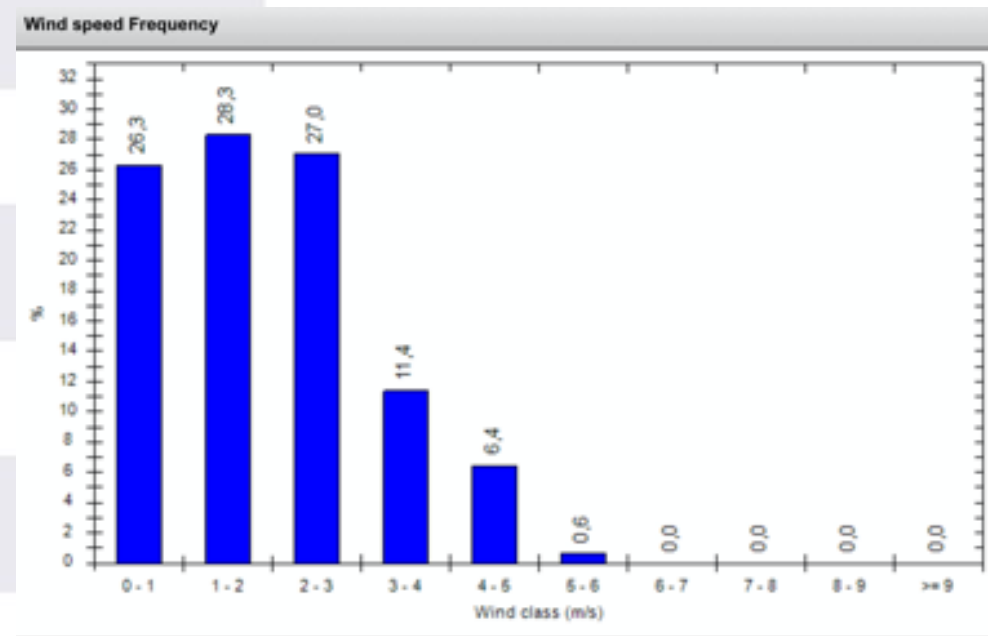
Vir: Meritve vetrnega potenciala E prihodnost d.o.o., januar 2023

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Izbor lokacije (hitrost vetra, klimatski pogoji, bližina omrežja) ...

- ✓ Lahko pa merjenje izvedete tudi sami z ustrezno opremo, čeprav je **priporočljivo tudi 12-mesečno obdobje merjenja**. Potem je potrebna primerjava podatkov meritev z zgodovinskimi podatki iz vetrnih zemljevidov, da se ustvari veljavna napoved izmerjenega leta.



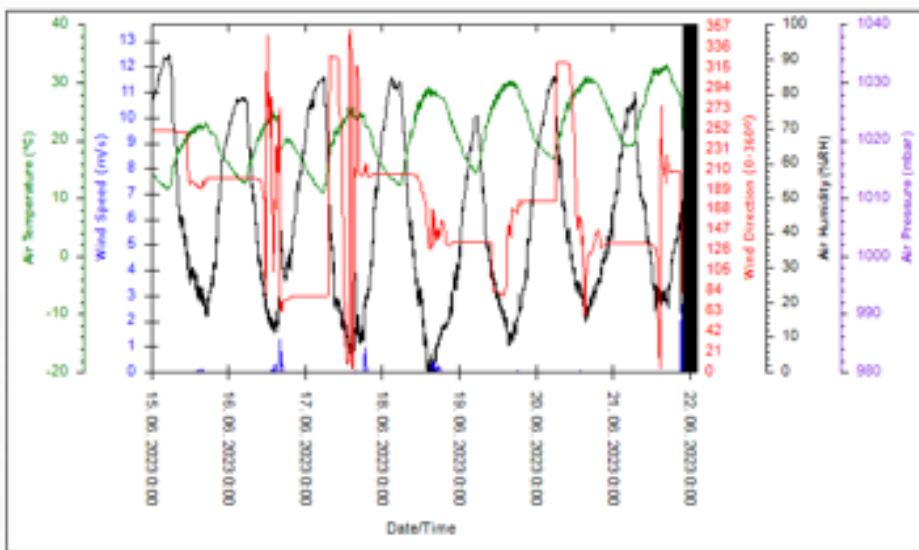
Vir: Meritve vetrnega potenciala E prihodnost d.o.o., januar – julij 2023

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Izbor lokacije (hitrost vetra, klimatski pogoji, bližina omrežja) ...

- ✓ Lahko pa merjenje izvedete tudi sami z ustrezno opremo, čeprav je **priporočljivo tudi 12-mesečno obdobje merjenja**. Potem je potrebna primerjava podatkov meritev z zgodovinskimi podatki iz vetrnih zemljevidov, da se ustvari veljavna napoved izmerjenega leta.



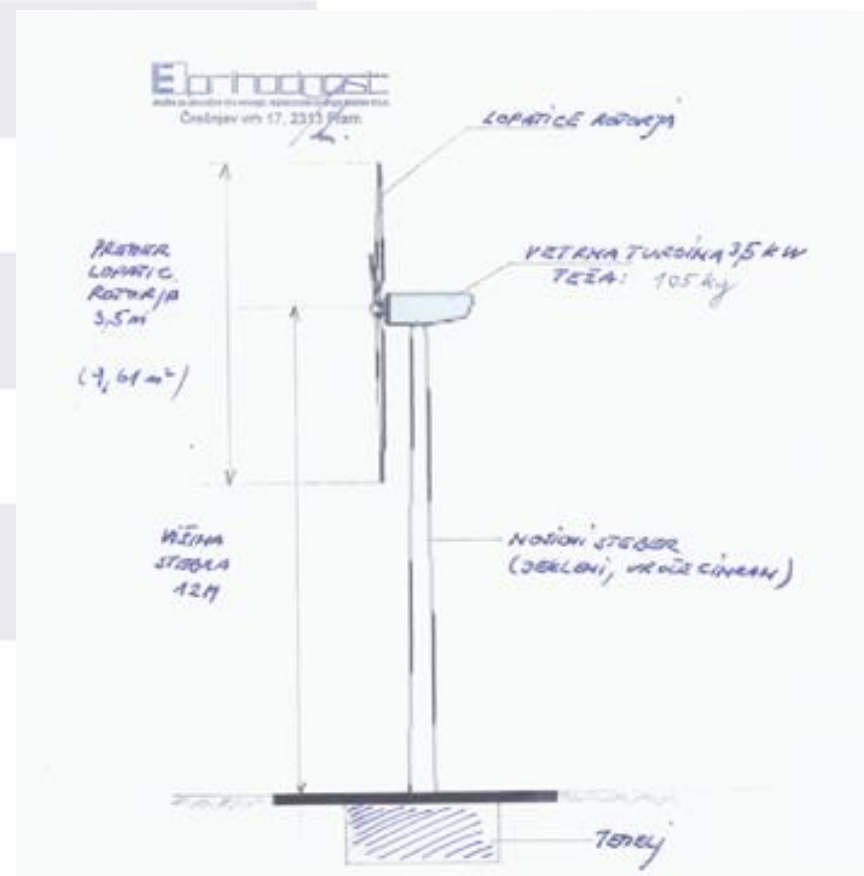
Parameter	Average	Minimum	Minimum Date/Time	Maximum	Maximum Date/Time
Wind Speed (m/s)	0,02	0	15. 06. 2023 00:00:38	11,66	21. 06. 2023 21:14:24
Wind Direction (0-360°)	171,94	0,67	17. 06. 2023 14:15:31	355,78	16. 06. 2023 15:39:30
Air Temperature (°C)	21,6	10,92	17. 06. 2023 05:37:35	33,05	21. 06. 2023 16:21:27
Air Humidity (%RH)	43,63	1,17	18. 06. 2023 15:49:18	95	21. 06. 2023 23:45:53
Air Pressure (mbar)	186,8	186,4	21. 06. 2023 21:14:24	189,8	18. 06. 2023 02:05:53

Vir: Meritve vetrnega potenciala E prihodnost d.o.o., januar – julij 2023

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

- ✓ Izbor ustrezne male vetrne turbine (razred, tehnologija (HAWT, VAWT), moč, velikost površine rotorja, izkoristek, način delovanja).



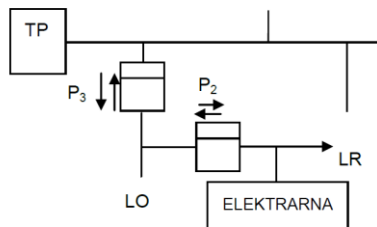
2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

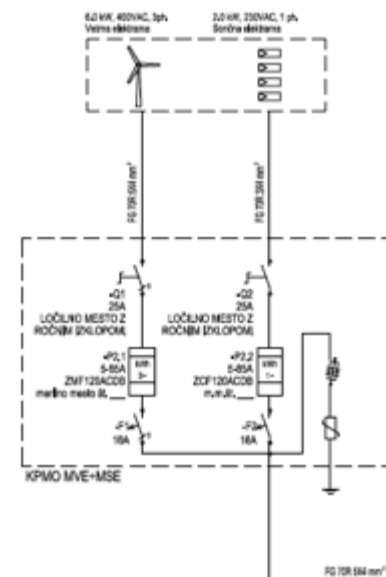
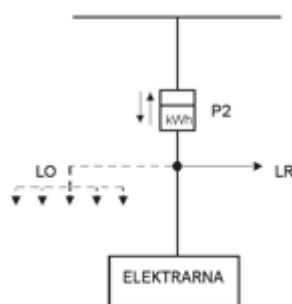
- ✓ Predlagana tehnična rešitev ...
- ✓ Odločitev ? **DA** 😊
- ✓ Pridobivanje soglasij in izdelava projektne dokumentacije PZI ...

Shema P1.3

Pogoji: Odjemalec in $S_3 \leq 0,8 \cdot S_{0d}$



Shema priključitve naprave za samooskrbo z električno energijo (PS1)



Vir: Meritve vetrnega potenciala E prihodnost d.o.o., januar – julij 2023

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Tehnologija

- ✓ Izbira SWT ali proizvajalca temelji na hitrosti in potrebah po električni energiji na lokaciji. **Bistveno je razlikovanje med vodoravno in vetrikalno mVE.** Odločilni dejavnik pri izbiri sistema je krivulja moči in elektrike glede na hitrost vetra. **Te podatke lahko zahtevate od proizvajalca in jih je treba potrditi s potrjevanjem (IEC 61400-2) ali neodvisnim strokovnim mnenjem.**
- ✓ Poleg tega je treba s proizvajalcem ali distributerjem razjasniti, katere dodatne storitve so vključene v nakup. Poleg dostave mVE lahko to vključuje tudi dovoljenja, soglasja, projekte, vgradnjo, električno povezavo in delovanje v obliki vzdrževalnih del.

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Tehnologija

- ✓ Na področju SWT so vrste gradnje in izvedbe bolj raznolike kot pri vetrnih turbinah (WEA) razreda megavat (MW).
- ✓ Osnovno je mogoče razlikovati med **vodoravnimi** in **navpičnimi** osmi rotorja. **Najbolj pogosta vrsta konstrukcije je SWT z vodoravno razporejeno osjo rotorja.**
- ✓ V nasprotju s tem so vse vetrnice v razredu MW vodoravne.

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Tehnologija

Prednosti horizontalnega SWT:

- ✓ Večja učinkovitost.
- ✓ Večji izkoristki energije.
- ✓ Strojno ohišje se lahko namesti na različne višine jambora ali stolpa.



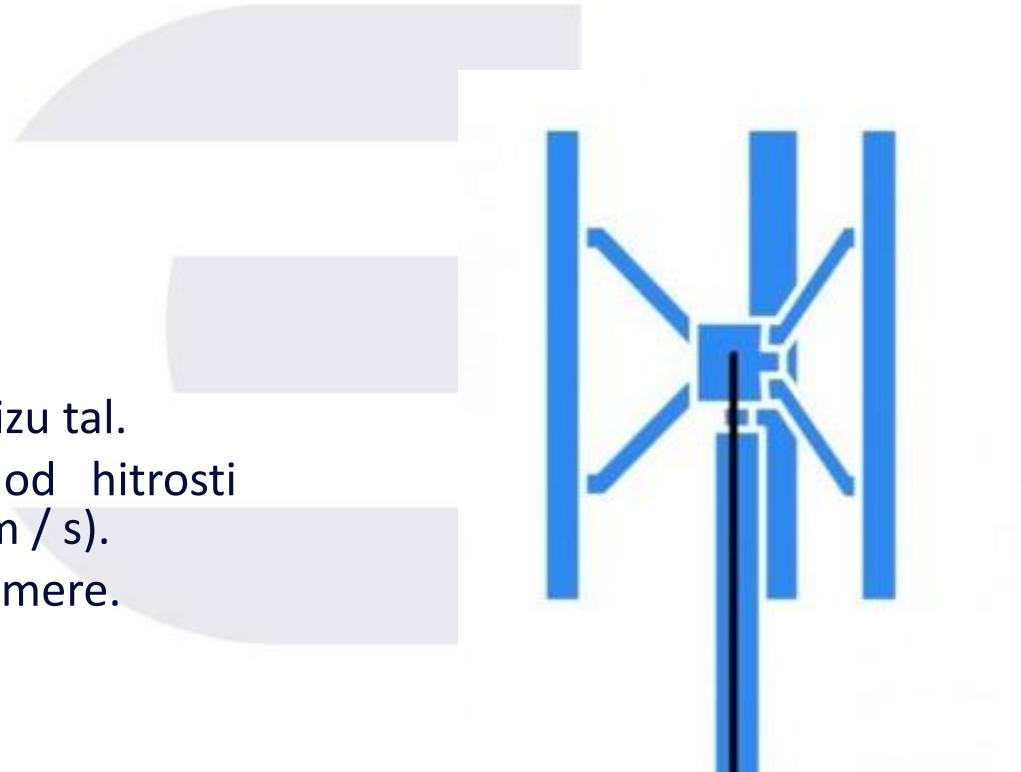
2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Tehnologija

Prednosti vertikalne SWT:

- ✓ Nižje emisije hrupa.
- ✓ Manj senc.
- ✓ Lažje vzdrževanje, saj so strojni deli blizu tal.
- ✓ Sorazmerno nizka začetna hitrost od hitrosti vetra od 2 do 2,5 metra na sekundo (m / s).
- ✓ Primernost tudi za burne vetrovne razmere.
- ✓ Večinoma privlačen dizajn.
- ✓ Nemoten tek.
- ✓ Zmogljivost in izkoristek.



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Ekonomija

- ✓ Tudi če sta prispevek k preobratu energije in želja po lastni oskrbi z energijo zadostna motivacija za nekatere upravljavce elektrarn, je pogosto v ospredju gospodarsko delovanje.
- ✓ **Podatki o vetru na lokaciji in značilna krivulja SWT so potrebni kot osnova za smiselno oceno donosa električne energije.**
- ✓ Primerjava skupnih izdatkov v običajno 20 letih poslovanja in prihodkov v tem času se lahko uporabi za izračun, kdaj bo načrtovana SWT ustvarila dobiček. **Višji kot je delež proizvedene električne energije, hitreje bo sistem povrnil stroške investicije 😊**

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Ekonomija

- ✓ Donos je poleg stroškov odločilni dejavnik za oceno donosnosti majhne vetrnice.
- ✓ Letni izkoristek male vetrnice je treba prilagoditi lastni porabi. Na leto ena oseba porabi približno 1.500 kWh električne energije, štiričlansko gospodinjstvo pa približno 4.500 kWh.
- ✓ Na splošno velja trend: večji kot sta moč in premer rotorja sistema in višja je povprečna letna hitrost vetra, višja je letna proizvodnja električne energije. Ker se vetrne razmere na posameznih lokacijah lahko precej razlikujejo, je težko podati splošne podatke o proizvodni SWT.
- ✓ Naslednja tabela prikazuje letne donose SWT z različnimi močmi in pri različnih hitrostih vetra. To so specifične vetrne turbine, ki se ponujajo na trgu, proizvajalec in model pa nista bila omenjena. Uporabljeni so bili različni vetrni pogoji: Dobra lokacija za majhno vetrno turbino ima povprečno letno hitrost vetra 4 m/s.

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

Ekonomija

- ✓ Naslednje pravilo je jasno vidno v tabeli: Donosi se povečujejo nesorazmerno s povečanjem hitrosti vetra.
- ✓ Tabela prikazuje različne vrednosti donosa SWT, odvisno od hitrosti vetra na določenem mestu. Predvsem je treba vedno kritično dvomiti v podatke o donosu proizvajalcev.
- ✓ Samo meritve vetra na mestu zagotavljajo varnost potenciala donosa na vaši lokaciji !!

Nennleistung (kW)	Windverhältnisse	Jahresertrag (kWh)
1,5	Schwach (3 m/s)	480
1,5	Gut (4 m/s)	1.270
1,5	Sehr gut (5 m/s)	2.250
3,5	Schwach (3 m/s)	770
3,5	Gut (4 m/s)	2.400
3,5	Sehr gut (5 m/s)	4.700
6,0	Schwach (3 m/s)	2.000
6,0	Gut (4 m/s)	5.800
6,0	Sehr gut (5 m/s)	10.000
10,0	Schwach (3 m/s)	3.000
10,0	Gut (4 m/s)	9.000
10,0	Sehr gut (5 m/s)	17.000

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT:

- ✓ Ocena stroškov investicije in predvidena letna proizvodnja v kWh.
- ✓ Odločitev ? **DA** 😊



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje, delovanje
SWT:

- ✓ Izvedba
- ✓ Testi....
- ✓ Delovanje 😊



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT

Zagon

- ✓ Za namestitev izbrane in odobrene SWT na mesto je treba v prvem koraku položiti priključek elektrike in izvesti temelje nosilnega stebra.
- ✓ Za sistem so potrebne posebne dostave, namestitev žerjava za dvigovanje.
- ✓ V sodelovanju s proizvajalcem je priporočljivo preskusno delovanje in pojasnitev vzdrževalnega intervala sistema.
- ✓ Za priključitev na električno omrežje je potrebno podati vloge in izvesti priklop pri lokalnem elektro distribucijskem podjetju (SODO).



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Inverter/priklop na mrežo:

- Inverter z integriranim nadzorom mreže.
- Z optimirano turbinsko karakteristiko je obremenitev vetrne turbine optimizirana glede na hitrost vetra.
- Vsebuje LCD displej in vmesnik za branje podatkov.



RUN_GRID		
Grid:	5763 W	1105.0kWh
Heat:	0 W	0.0kWh
Resistor:	0 W	
Wind:	9.6m/s	
Rotor/Gen:	307.2RPM	446.1Vdc
Error:	---	0601
SmartWind	SH7.5	14:58



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Električne zahteve, odvodniki prenapetosti, omare, varovalke, vodniki, ozemljevanje, (9)

Zaščita in sistem izklopa SWT:

- Nadzorna elektronika z nadzorom napetosti.
- Priključki/vtiči so zaščiteni pred zamenjavo polaritete.
- 3-fazni nadzor alternatorja.
- Stikalo za zaustavitev v sili (*).
- Stikalo za reset.
- Usmerjevalnik, napetostni prikaz.
- Obremenitveni upor (dump load).

Redundantni zavorni sistemi turbine:

- Položaj helikopterja.
- Elektronsko spremljanje napetosti.
- Stikalo za kratki stik (zavora vrtničnega toka) za izklop turbine med vzdrževanjem.



(*)Predstavljena rešitev ima STOP stikalo za zaustavitev SWT kot je zahtevano v EN 61400-2. (8)

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Dokumentacija (11)

Proizvajalec mora zagotoviti naslednje informacije, nekaj ključnih:

- Proizvajalec, model, opis glavnih komponent.
- Referenčna moč (W, kW), referenčna letna energija kWh/l.
- Premer rotorja (m), površino lopatic (m²), število lopatic.
- Tip turbine VAWT/HAWT/drugo.
- Težo nosilnega stebra (kg).
- Opis zaščitnega sistema in sistema za zaustavitev.
- Hitrost rotorja in najvišje hitrosti (r/min ali m/s).
- Vstopna in zaustavitvena hitrost vetra (m/s).
- Max. izhodno moč, napetost in tok.
- Podatke o hrupu (dBA) in podatke o temperaturi delovanja (st. C).
-itd.

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT

Varnost - preizkus varnosti

- ✓ Ni vsak SWT certificiran v skladu z mednarodnim standardom DIN/ IEC 61400-2, saj je postopek certificiranja dolgotrajen in zelo stroškovno zahteven. Certifikat SWT izvajajo pooblaščen preskusni inštituti in dokazujejo varnost in tržno pripravljenost obrata.
- ✓ Certificirane SWT ponujajo naslednje prednosti:
 - ❖ Neodvisni inštituti so preverjali in dokumentirali stabilnost in zasnovo sistema.
 - ❖ Informacije o krivulji moči in ravni hrup so neodvisne od proizvajalca.
 - ❖ Na podlagi istega certifikacijskega standarda lahko primerjamo različne sisteme.

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Načrtovanje SWT

Varnost - preizkus varnosti

- ✓ Certificirane SWT ponujajo naslednje prednosti:
 - ❖ Potrdila je mogoče predložiti soglasodajalcu in olajšati odobritev.
 - ❖ V primeru financiranja lahko potrdila dajo na voljo bankam.
 - ❖ Zavarovalnice lahko uporabijo certifikat za boljšo oceno tveganja škode.

Za SWT brez certifikata bi morali proizvajalca vprašati, ali so krivuljo moči sistema in raven hrupa potrdili neodvisni preskusni inštituti.

Za oceno zmogljivosti sistema so pomembne informacije proizvajalca o letnem donosu energije sistema s povprečno hitrostjo vetra 5 metrov na sekundo. Le te pogledjmo v nadaljevanju...

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Označevanje SWT (12)

Napisna tablica SWT mora vsebovati:

- Proizvajalca, model, ser. št.
- Razred SWT.
- Moč, max. izhodno moč/napetost.

----- Dodatne informacije -----

- Datum proizvodnje.
- Teža nosilnega stebra.
- Načrtovane ekstremne hitrosti vetra.
- Max. izhodni tok.
- Površino lopatic (swept area).



2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

INDEPENDENTLY TESTED WIND TURBINE	
Manufacturer Model	Ampair 600/230 Mk2.5
Duration Test Class	II
Standard classes are I-IV, where I = toughest conditions. S = conditions defined by manufacturer.	
Ref Annual Energy (kWh/yr) at 5 m/s average wind speed	481
Actual Production will depend on how the turbine is sited and where it is located.	
Declared Sound Power Level (dBA)	89
<symbols for special conditions like cold climate>	
Wind speeds apply to hub height.	
	
Label awarded by: A=accredited certification body; B=independent accredited test lab; C=independent unaccredited test lab	

INDEPENDENTLY TESTED SMALL WIND TURBINE	
MANUFACTURER MODEL	AMPAIR 600/230 Mk2.5
ANNUAL REFERENCE ENERGY @ 5 m/s average wind speed	481 kWh/yr
Actual production will vary depending on site conditions	
DECLARED SOUND POWER LEVEL	89 dBA
TURBINE CLASS (I-IV or S for special)	II
	
Tested by: SEPEN - Site Experimental pour le Petit Eolien de Narbonne	
Tested Date: 15-October-2009	
http://www.swat.org	

Test Results	
Manufacturer	Manufacturer
Model	Model
Reference Annual Energy	### kWh/yr
at 5 m/s average wind speed, actual production will vary depending on site conditions	
Declared Sound Power Level	## dB(A)
at 8 m/s	
Turbine Test Class	II
(I-IV or S for Special)	
Tested by	Test Organisation
Published Date (Year-Month-Day)	2011-03-04
For more information, see www.icawind.org	

Source: IEA, 2011

Vir: Testing and certification for small wind turbines (SWT): challenges and actions to address them, Luis Arribas CIEMAT

Primer označevanja testnih rezultatov SWT po standardu SIST EN 61400-2

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Postopek izgradnje MVE:

1. Preverjanje lokacije.
2. Meritev vetra.
3. Izбира sistema (navpična ali vodoravna os).
4. Izбира proizvajalca.
5. Izračun ekonomičnosti.
6. Pridobivanje potrebnih dovoljenj, soglasij in mnenj.
7. Pridobitno dovoljenje za postavitev.
8. Postavitev.
9. Zagon.
10. Upravljanje in vzdrževanje.

Vir: E prihodnost d.o.o.

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Postopek izgradnje MVE - poudarek:

- Izbira sistema (navpična ali vodoravna os).
- Izbira proizvajalca.

Komentar:

- *Visoka kakovost je nepogrešljiva za vetrno energijo*
- *Vetrne turbine so izpostavljene ogromnim mehanskim obremenitvam. Veter ima lahko izjemno moč, ki jo je mogoče obvladati le z visokokakovostno sistemsko tehnologijo. Pri nakupu majhnega sistema morate zato paziti na visoko kakovost. A nikakor niso vse male vetrne turbine na trgu odporne na nevihte in učinkovite.*

Zmeden trg za kupce

- *Če iščete malo vetrno turbino, boste našli izjemno velik razpon. Domnevamo lahko, da je po vsem svetu več kot 300 proizvajalcev.*
- *Številni dobavitelji, predvsem iz Azije, svoje izdelke ponujajo tudi v Nemčiji prek spletnih trgovin in platform. Skupno je to nekaj sto različnih modelov, ki so na voljo v tej državi (džungla ponudb !!! 😊)*
- *Poleg tega obstajajo različni dizajni malih vetrnih turbin. Horizontalne in vertikalne vetrne turbine, zavetrni in privetrni rotorji, različni tipi generatorjev, različni koncepti regulacije turbin itd.*

Vir: E prihodnost d.o.o.

2. Vetrne elektrarne-zakonodaja in praktični primeri za načrtovanje, delovanje in vzdrževanje MVE

Postopek izgradnje MVE - poudarek:

- tipične napake, ki se jim je treba izogibati pri izbiri in nakupu male vetrne elektrarne.

Tipične napake:

- *Napaka št. 1: poceni blago s preprosto tehnologijo.*
- *Napaka št. 2: Lep dizajn kot primarno merilo.*
- *Napaka št. 3: dovoliti, da vas oglašanje zaslepi.*
- *Napaka št. 4: Ne pridobite neodvisnih referenc.*
- *Napaka št. 5: Izbira prevelike vetrne turbine.*

Vir: E prihodnost d.o.o.

2. Vetrne elektrarne-predstavitev vetrnih turbin od 6 kW do 100 kW



- **Veter kot obnovljivi vir energije** (OVE) je v Sloveniji namreč še skoraj povsem neizkoriščen.
- Predvsem se je potrebno osredotočiti na **male vetrne elektrarne do vključno 50 kW**, za katere so razmere v Sloveniji precej ugodne tako pri naravnih danostih kot tudi pri zakonodaji.
- Od začetka leta 2013 smo opravili veliko raziskovalnega in izobraževalnega dela na področju malih vetrnih elektrarn, kot novi priložnosti pri pridobivanju energije iz obnovljivih virov.

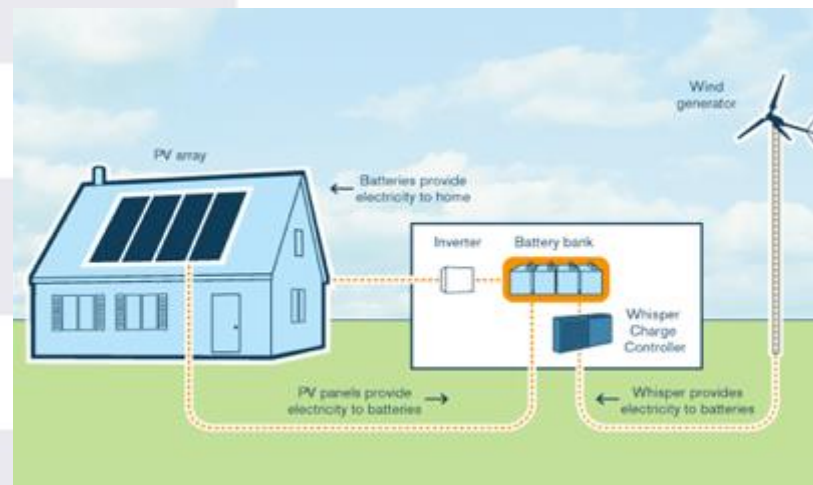
2. Vetrne elektrarne-predstavitev vetrnih turbin od 6 kW do 100 kW

- V tem času so proizvajalci izboljševali obstoječe **tradicionalne** tehnologije malih vetrnih elektrarn (**horizontalna, vertikalna**) ter razvijali **nove tehnologije** malih vetrnih elektrarn (**cevne, vetrovni stolpi**) z namenom izboljšanja proizvodnje električne energije v primerjavi s tradicionalnimi vetrnimi elektrarnami.



2. Vetrne elektrarne- vetrna turbina za oddaljene uporabnike od el. omrežja

Kako privatne vetrne turbine delajo za domove brez omrežja



Privatne vetrne turbine omogočajo zajemanje moči narave in jo pretvorijo v čisto, zanesljivo energijo, ki jo lahko uporabljamo na območjih, kjer ni električnega omrežja. Prav tako lahko postavimo kombinacijo vetrne in sončne elektrarne, ki ustvari idealen hibridni sistem za polnjenje baterij.

2. Vetrne elektrarne-horizontalna vetrna turbina za uporabnike povezane na el. omrežje

Skystream 3.7 – za na električno omrežje povezane uporabnike, kot so podjetja, domovi, kmetije, vladna poslopja in šole.

Energijski potencial: 4.800 kWh*

Specifikacije vetrne turbine:

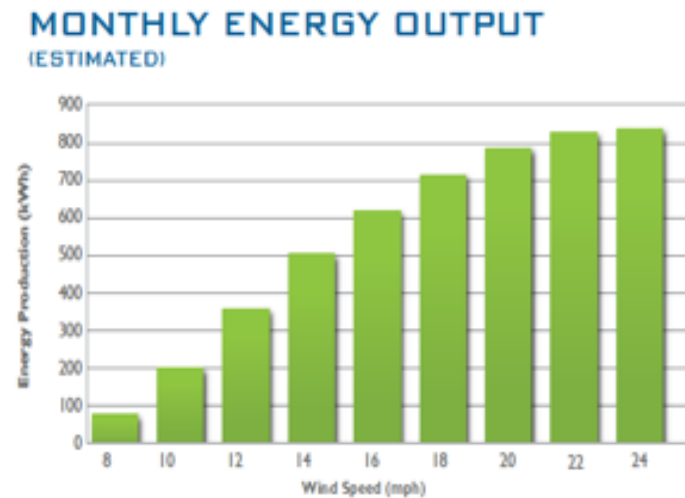
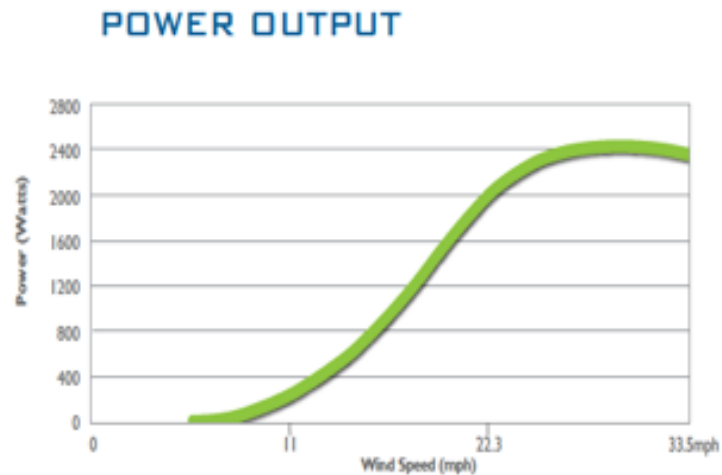
- Nazivna moč: 2.1 kW pri 11 m/s
- Premer rotorja: 3.72 m
- Priklop mreža: da

* - dejanska proizvodnja se razlikuje od lokacije & višine stolpa



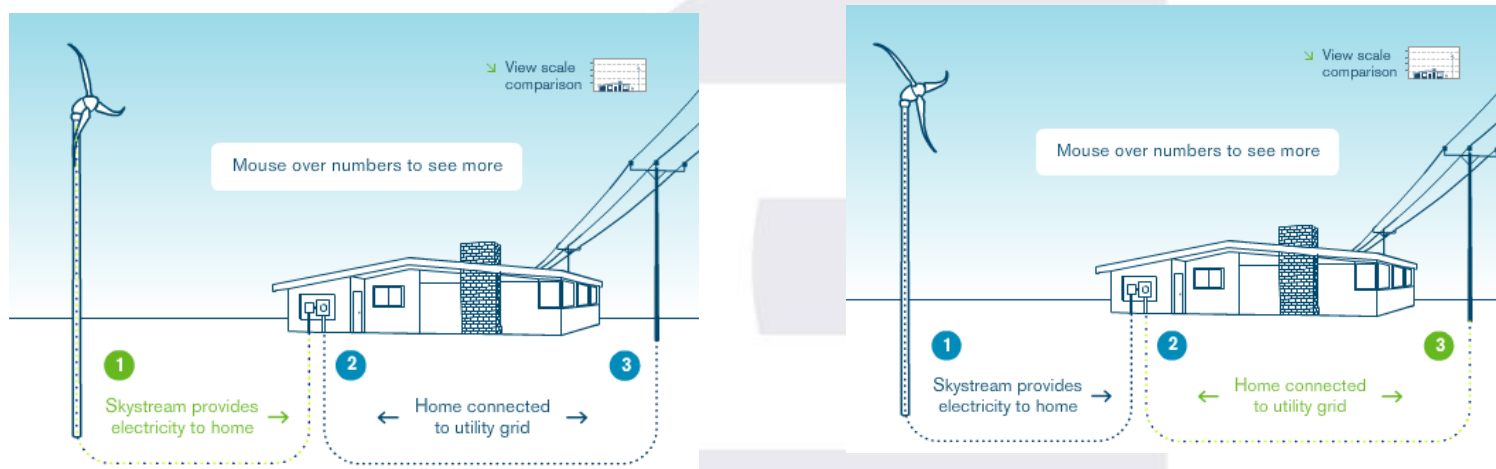
2. Vetrne elektrarne-horizontalna vetrna turbina za uporabnike povezane na el. omrežje

Skystream 3.7



2. Vetrne elektrarne- vetrne turbine za domove povezane na omrežje

Kako delajo privatne vetrne turbine za domove povezane na omrežje



Osebna vetrna turbina deluje v povezavi z distribucijskim omrežjem. Ko piha veter, turbina ustvarja čisto električno energijo za napajanje naprav v vašem domu. Ko vaše gospodinjstvo porabi več energije, kot jo vaša vetrna turbina proizvede, bo elektroenergetski sistem prevzel manjko. V primerih, ko turbina proizvede več energije, kot je porabite, boste shranili odvečno električno energijo v distribucijsko podjetje.

2. Vetrne elektrarne-hibridni vetrno-sončni sledilni sistem

Skystream Hybrid 6 – za na električno omrežje povezane uporabnike, kot so podjetja, domovi, kmetije, vladna poslopja in šole.

Energijski potencial: 7.000 kWh*

Specifikacije vetrne turbine:

- Nazivna moč: 2.4 kW pri 13 m/s
- Premer rotorja: 3.72 m
- Priklop mreža: da

Specifikacije sončnih celic:

- Sončne celice: 250 W
- Nazivna zmogljivost: 2.0 kW
- Sledilni modul: da

* - dejanska proizvodnja se razlikuje od lokacije & višine stolpa

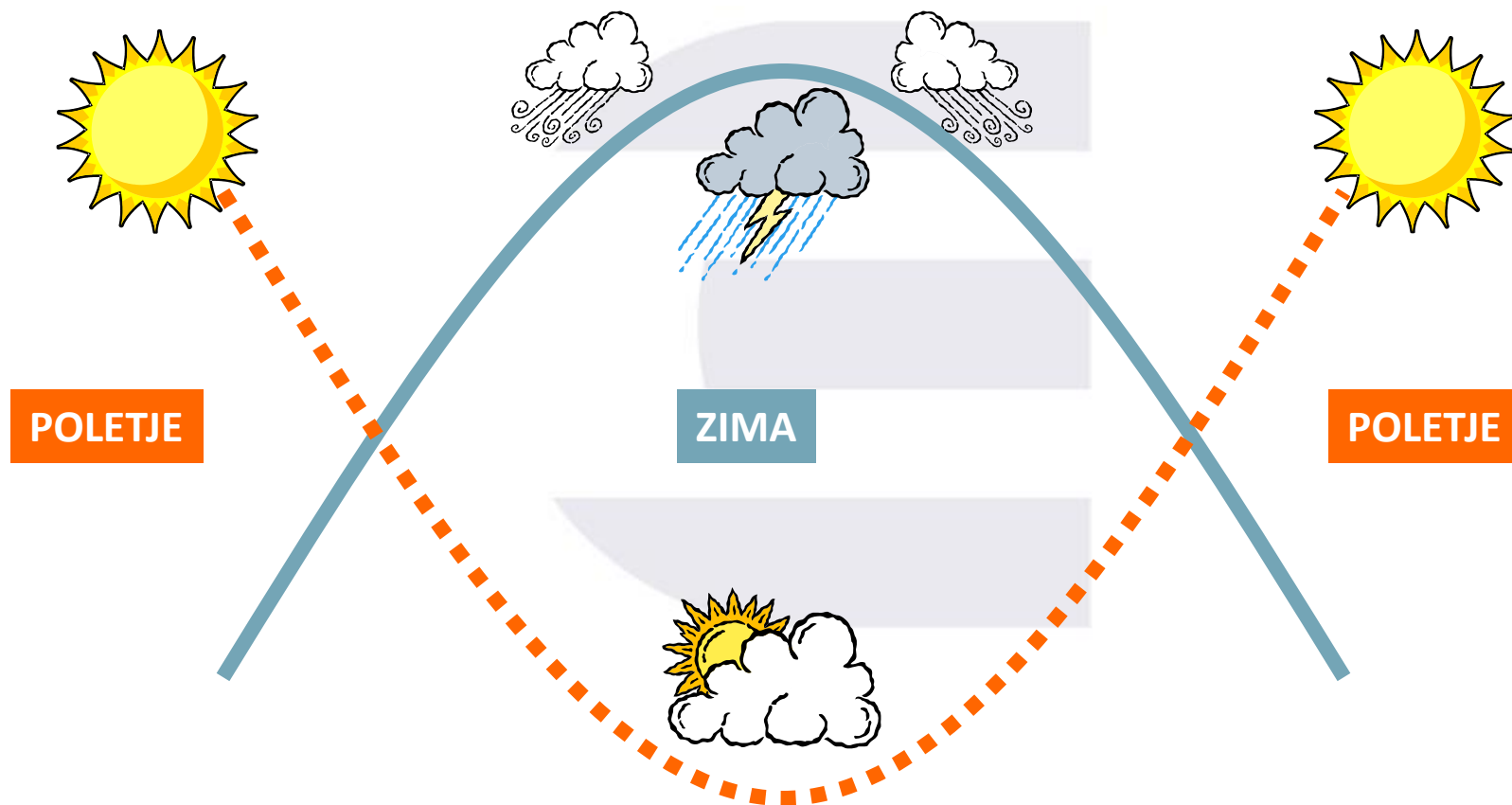


2. Vetrne elektrarne-predstavitev hibridnega vetrno-sončnega sledilnega sistema



- Prvi in edini hibridni sistem zasnovan posebej za Skystream
- Trajna visoka tehnologija
- Na voljo v 8 panelni verziji
- Enojna os GPS-nadzorovano sledenje
- Za gospodarno inštalacijo razdeliti temelj turbine in stolp turbine
- Možnost naknadne opreme
- 5 letna garancija

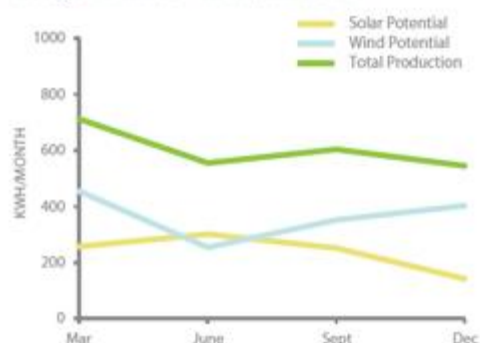
2. Vetrne elektrarne-predstavitev hibridnega vetrno-sončnega sledilnega sistema



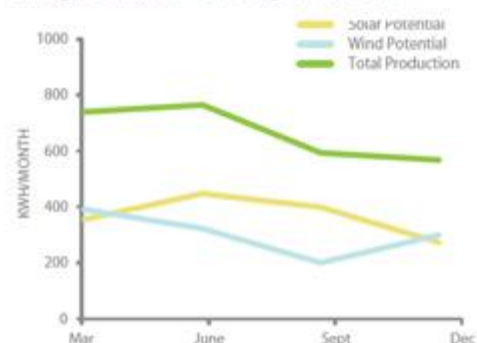
2. Vetrne elektrarne-predstavitev vetrno-sončnega sledilnega sistema

Hibridni sistemi se dopolnjujejo

Energy Estimate – Wells, MN USA³



Energy Estimate – Las Vegas, NV USA³



Skupna moč - potencial tega hibridnega sistema je 3,8 kW, proizvede lahko do 600 kWh na mesec (odvisno od lokacije in letnega časa), kar je dovolj za izravnavo večine (če ne vse) električne energije, ki jo v povprečju porabijo gospodinjstva v EU, ZDA in SLO.

2. Vetrne elektrarne-predstavitev hibridnega vetrno-sončnega sledilnega sistema

Veter - tehnične specifikacije

Vetrna turbina	Skystream 3.7
Nazivna zmogljivost	2.4 kW
Premjer rotorja	3,72 m
Teža	77 kg
Širina območja	10,87 m ²
Smer vrtenja	V smeri urnega kazalca
Lopatice	Sestavljene
Nazivna hitrost	50-330 r/min
Maximalna konična hitrost	66 m/s

Vetrna turbina	Skystream 3.7
Alternator	Brezkrtalni trajni magneti
Nazor nihanja	Pasiven
Napajalna mreža	120/240 VAC, 50 Hz
Zavorni sistem	Elektronska regulacija
Vstopna hitrost vetra	3.5 m/s
Nazivna hitrost vetra	13 m/s
Uporabniški nadzor	Skyview brezžični vmesnik
Zdržna hitrost vetra	63 m/s
Garancija	5 let

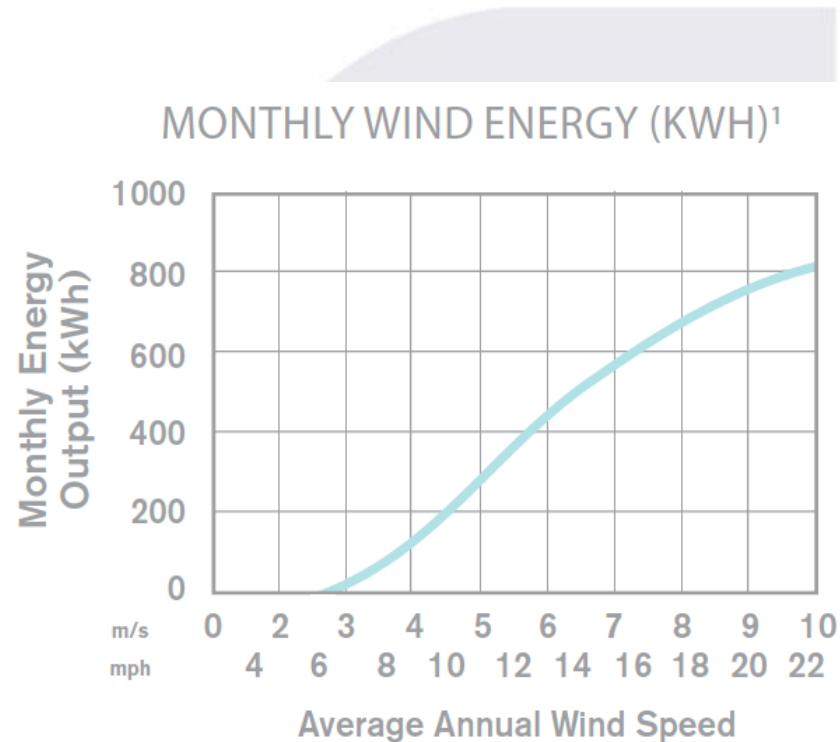
2. Vetrne elektrarne-predstavitev hibridnega vetrno-sončnega sledilnega sistema

- Sonce - tehnične specifikacije

Sončni paneli	250 W PV paneli
Nazivna zmogljivost	2,0 kW (Skystream Hybrid 6)
Okolje delovanja	Vsi vremenski pogoji
Temperature delovanja	od -21 C do + 65 C
Napajalna mreža	Mikro pretvorniki (vključeni)

Sončni paneli	250 W PV paneli
Sledilnik sonca	Mikroprocesor
Sledilnik sonca domet	Obzorje do obzorje
Uporabniški nadzor	Nadzorni sistem
Zdržna hitrost vetra	40 m/s
Garancija	5 let
Montaža stolpa	45-19 HD stolp

2. Vetrne elektrarne-predstavitev hibridnega vetrno-sončnega sledilnega sistema

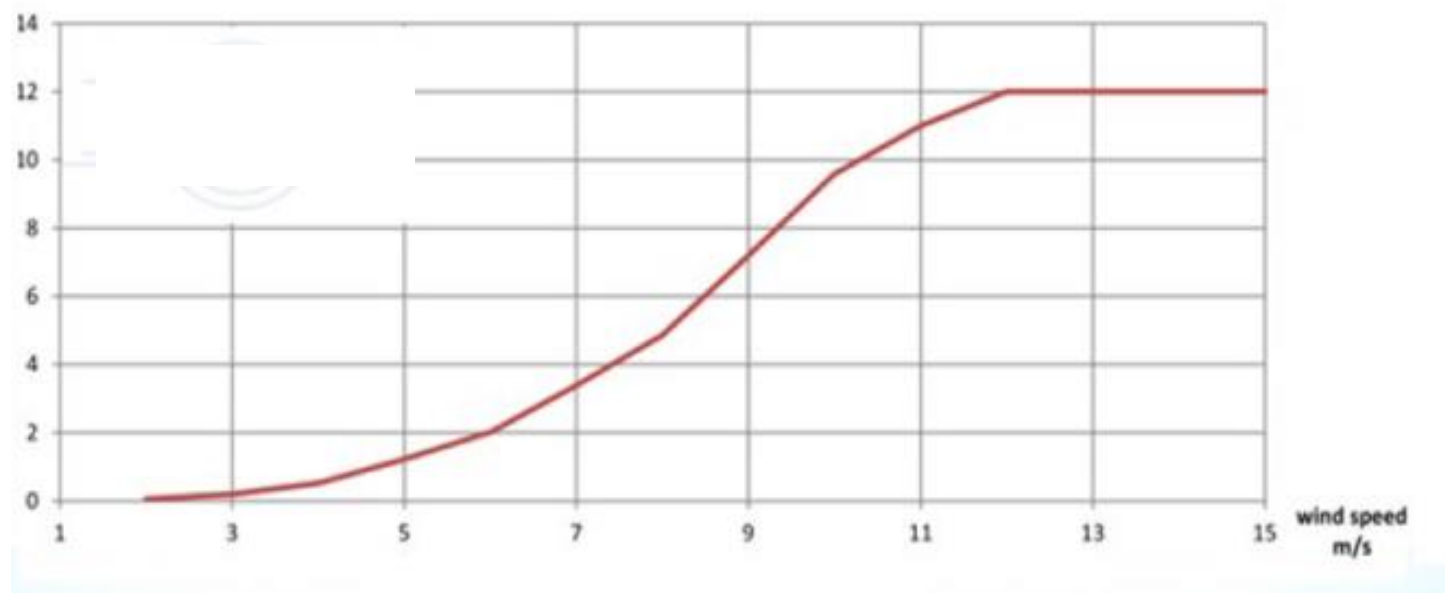


2. Vetrne elektrarne-predstavitev horizontalne vetrne turbine 12 kW

- VT 12,0 kW, 3 faze.
- Celoten sistem za povezavo v mrežo.
- Mrežni inverter.
- Alternator.
- Breme 2 x 6,5 kW.
- Premer rotorja 6,5 m.
- S kontrolo temperature alternatorja.



2. Vetrne elektrarne-predstavitev horizontalne vetrne turbine 12 kW moč (W) pri različnih hitrostih vetra (m/s)



2. Vetrne elektrarne-predstavitev horizontalne vetrne turbine HAWT 12 kW-On grid

Alternator		Turbine Data	
Type	3-phase permanent magnet	Type	Grid connected heating system
Efficiency	92%	Speed range	0 rpm – 300 rpm
Nominal capacity	12.0 kW	Working range	60 rpm – 250 rpm
Maximum capacity	18.5 kW	Engagement speed	2.2 m/s
Nominal voltage	350 VAC	Storm safety	12.0 m/s
Protection class	IP56	Max. wind velocity	58 m/s

Mechanical Data		Storm Protection	
Repeller diameter	6.50 m (5.30 m)	Automatic system	Helicopter position, braking resistance, electromagnetic brake (optional)
Sweep area	33.16 m ² (22.05 m ²)	Manually	Short-circuit braking, braking resistance
Rotor blades	3 piece carbon / glass fibre	Standard norms and certificates: CE-DIN EN 60204-1 DIN VDE 0113 T 1 DIN EN 12100 DIN EN 418 Accident prevention regulation BGV A3 (VBG4) accordingly IEC 61400-2	
Rotor blade protection	UV-, chemistry and temperature resistant		
Turbine material	High-temperature galvanized		
Colour	RAL 9010		
Total weight	450 kg		

2. Vetrne elektrarne-predstavitev horizontalne vetrne turbine 50 kW

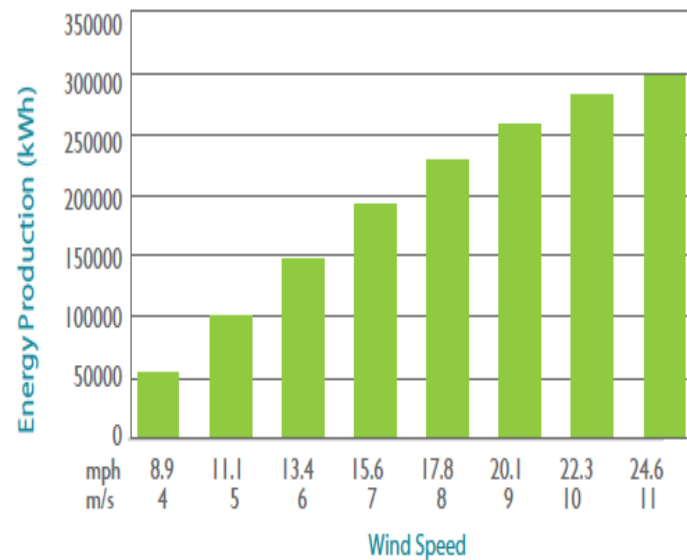
- VT ima napredni direktni pogon s trajnimi magneti.
- Tehnologija ne le izboljšuje učinkovitost vseh turbinskih sistemov, ampak tudi bistveno izboljšuje zanesljivost in zmanjša vzdrževanje in probleme s popravili.
- Življenjska doba > 20 let.
- Ima certifikate EN, CE, IEC.



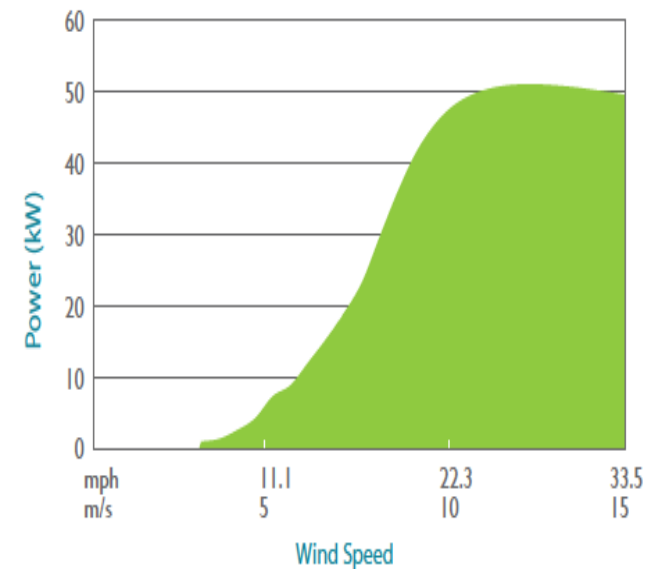
2. Vetrne elektrarne-predstavitev horizontalne vetrne turbine 50 kW



Annual Energy Production



Power Output



2. Vetrne elektrarne-predstavitev horizontalne vetrne turbine HAWT 50 kW

Model	XZERES50
Rated Power	51kW@11,0m/s(24,6mph)
DNC/TIC	53kW/55kW
Annual Energy Production	191,000kWh@7m/s(15,6mph)
IEC Class	Class I
Rotor Diameter	16,5m
Tower-top Weight	5,558kg
Swept Area	213,8m ²
Type	Upwind/3Blades
Cut-in Speed	2,7m/s(6mph)
Rated Sound Level	40-45db at 30m
Operating Temperature	-10°C to 40°C
Extended Operating Temp	-25°C to 50°C
Single Phase Grid Support	230VAC-(1)
Three Phase Grid Support	480VAC-(3)
Blades	Fiberglass/Resin
Alternator	Permanent magnet
Body/Nacelle	Fiberglass/Resin
Warranty Design Life	20 Years
Limited Warranty	5 Years
Certifications & Ratings	EN, CE, IEC

2. Vetrne elektrarne-predstavitev vertikalne vetrne turbine

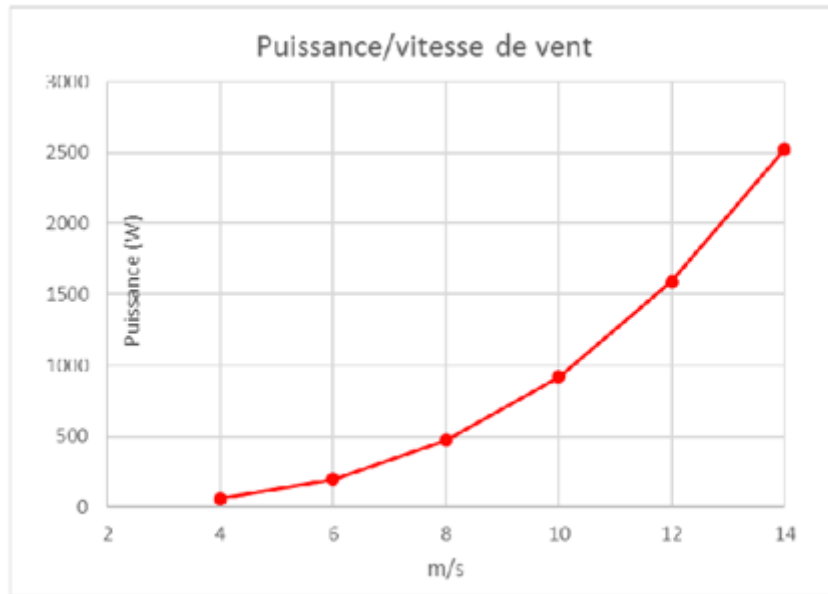


V nadaljevanju vam prikazujemo inovativno rešitev vertikalne vetrne turbine s premičnimi lopaticami moči od 1 do 5 kW.

Prikazana rešitev ima naslednje prednosti:

- Pričetek delovanja pri hitrosti manjši od 2 m/s.
- Možna inštalacija na strehe, stebre ali drogove.
- Proizvodnja energije tudi pri nestabilnih in turbulentnih vetrovih.
- Varnostni sistem za rušilne vetrove in nevihte.
- Optimalna in enostavna namestitev ter vzdrževanje.
- Ne povzroča hrupa.
- Daljinski nadzor proizvodnje električne energije.

2. Vetrne elektrarne-predstavitev vertikalne vetrne turbine



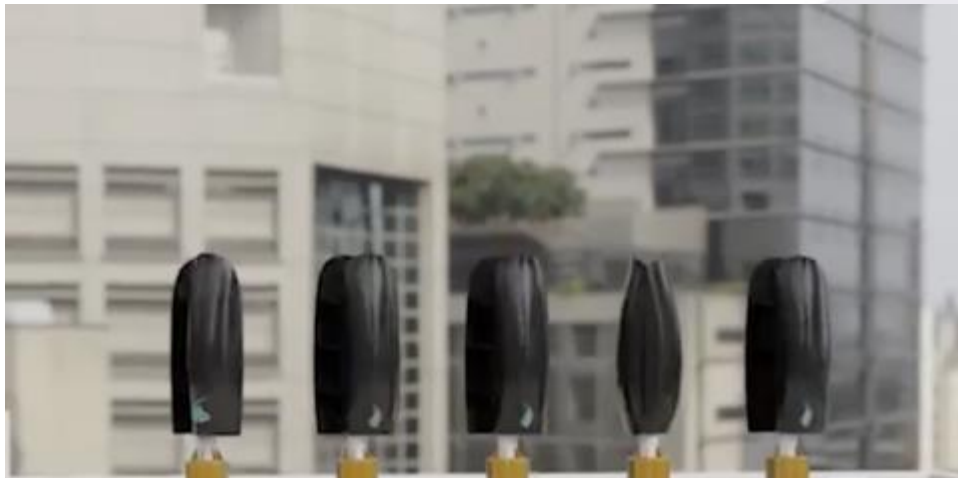
2. Vetrne elektrarne-predstavitev vertikalne vetrne turbine



POGLEJMO ZANIMIVO
REŠITEV😊

Vir: <https://mashable.com/2017/02/23/reinvent-wind-turbine/?europe=true>

2. Vetrne elektrarne-predstavitev vertikalne vetrne turbine



POGLEJMO ZANIMIVO
REŠITEV😊

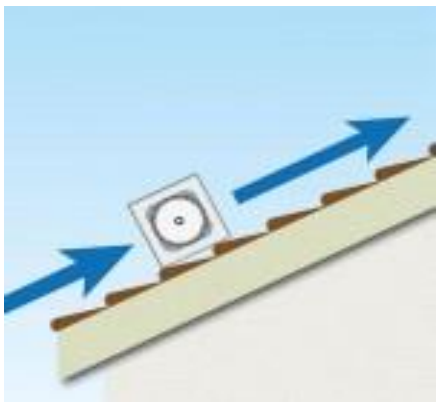
Vir: https://www.facebook.com/GIGadgets.Fans/videos/404916061562267/?extid=NS-UNK-UNK-UNK-IO5_GK0T-GK1C&ref=sharing

2. Vetrne elektrarne-predstavitev cevne vetrne turbine

- Modularna zasnova, ki se lahko po potrebi podaljšuje.
- Uporabna od nivoja tal do 10 m višine.
- Neodvisna od hitrosti vetra.
- Neslišna (montirana na gume).
- Brez vzdrževanja.
- Ni potrebnega gradbenega dovoljenja.
- Številne “skrite” aplikacije.
- Primerna za manjše do zelo močne vetrove.

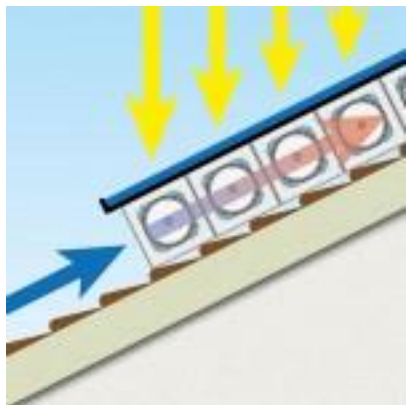


2. Vetrne elektrarne-predstavitev cevne vetrne turbine



Os vetrnih modulov;

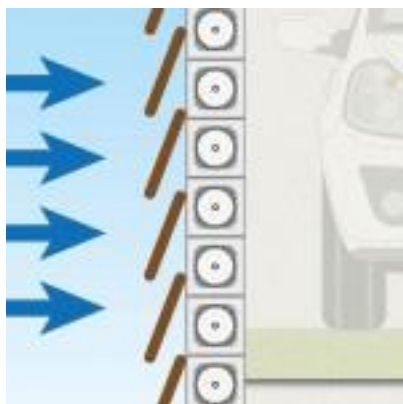
Več vetrnih modulov je v niz modulov povezanih z osjo. Poleg montaže na streho obstaja še veliko drugih načinov za namestitev gredi vodoravno ali navpično.



Vetrno/fotonapetostni objekti;

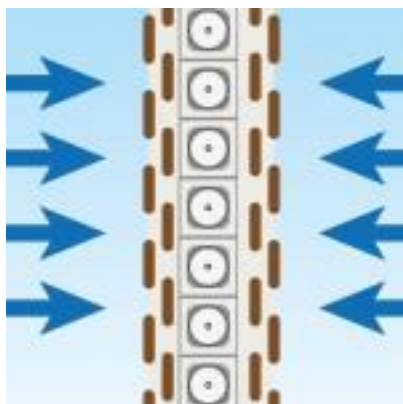
Veter ni na voljo 24 ur/dan, pri čemer so nočni vetrovi učinkovitejši od dnevnih. Zato vetrni moduli povečajo učinkovitost fotonapetostne elektrarne (hibridna naprava). S takšno rešitvijo se ustvari tudi dodatni pretok zraka, pod FV moduli (učinek dimnika).

2. Vetrne elektrarne-predstavitev cevne vetrne turbine



Fasade zasebnih in industrijskih stavb;

Skoraj nobena fasada zasebnih ali poslovnih stavb na svetu se ne uporablja za proizvodnjo EE, čeprav je potrebno izpolniti zelo malo arhitekturnih pogojev za uporabo vetrnih modulov (npr. garažne hiše).



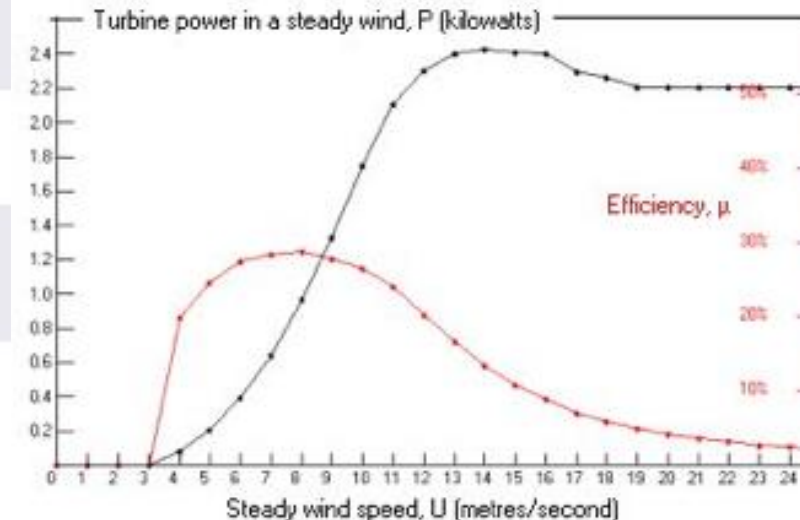
Zasebni sistemi;

Zasebni sistemi so prav tako lahko opremljeni z vetrnimi moduli, pod pogojem, da so prepustni za veter.

2. Vetrne elektrarne-proizvodnja različnih tehnologij vetrnih turbin

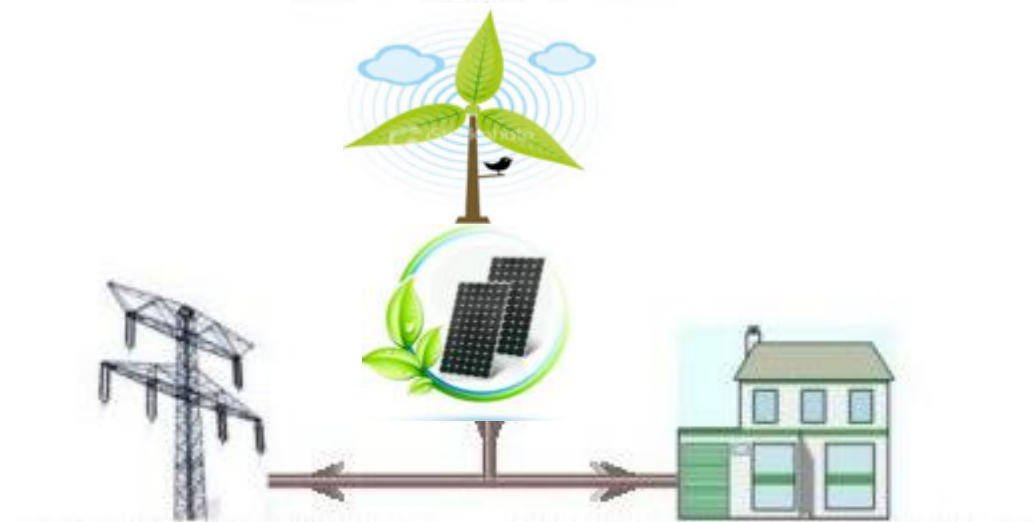
- Skupna moč potencial tega hibridnega sistema je 4,4 kW in lahko proizvede do 600 kWh na mesec (odvisno od lokacije in letnega časa), kar je dovolj za izravnavo večine (če ne vse) električne energije, ki jo v povprečju porabijo gospodinjstva v EU – to je 5.000 – 7.000 kWh/letno.

Letna proizvodnja energije v kilovatnih urah (Skystream)						
Srednja hitrost vetra (m / s) =	5	6	7	8	9	10
Veter izračun	3393	5338	7291	9064	10.556	11.729
Mikrosoproizvodnjo Certifikat podatki	3416	5349	7207	8737	9814	10.439
Navodilo Skystream	3840	5448	6828	8136	9156	9744



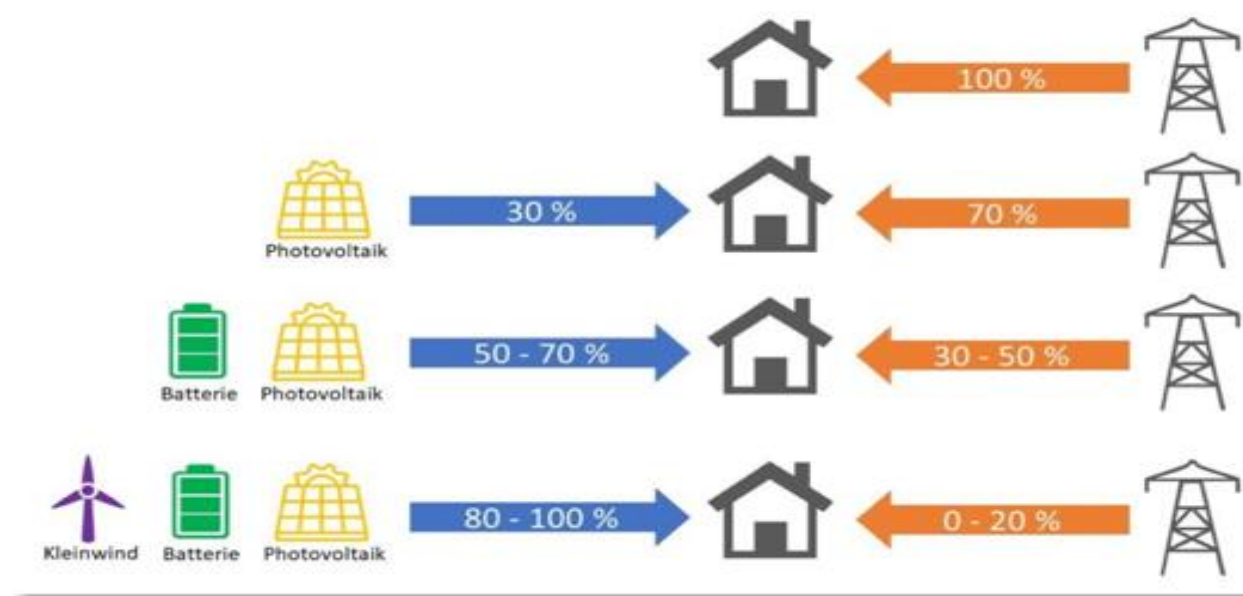
2. Vetrne elektrarne-proizvodnja različnih tehnologij vetrnih turbin

Letna proizvodnja energije = letni porabi: 7.200 kWh



2. Vetrne elektrarne-proizvodnja različnih tehnologij vetrnih turbin

Baterija + fotovoltaika + majhna moč vetra



Vir: <https://www.klein-windkraftanlagen.com/technik/stromspeicher/>

2. Vetrne elektrarne-proizvodnja različnih tehnologij vetrnih turbin

Podatkovni list	HAWT 6 kW	HAWT 11 kW	HAWT 15 kW	HAWT 20 kW	HAWT 50 kW	HAWT 100 kW
Premer rotorja (m)	8	9	11,1	13,1	25,4	25,4
Sredinska višina (m)	15/20	15/20	15/20	20	34,4	23,8-34,4
Max. moč (kW)	6	11	15	20	50	100
Letni donos @ 7 m/s (kWh)_4 m/s	23,000	42,000 10,000	56,000	81,000	219,000 50,000	356,000
Nazivna hitrost vetra (m/s)	8.0	9.0	9.0	9.0	8.5	9.5
Vstopna hitrost vetra (m/s)	1.2	1.2	1.5	1.5	2.8	2.2
Zaustavitvena hitrost vetra (m/s)	30	30	30	30	35	35
Hrup @ 5 m/s at 60m (dBA)	42	53	45	45	35	35
Max hitrost (r/min)	190	190	90	90	45	45
Letni prihranek emisij ogljika (ton)	8-14	14-19	19-23	26-30	70-80	105-120

2. Vetrne elektrarne-proizvodnja različnih tehnologij vetrnih turbin

Podatkovni list	HAWT 6 kW	HAWT 10 kW	HAWT 15 kW	HAWT 20 kW	HAWT 50 kW	HAWT 100 kW	VAWT 50 kW
Premier rotorja (m)	6	7	11,1	13,1	20	21	12
Max. moč (kW)	6	10	15	20	50	100	50
Letni donos @ 7 m/s (kWh) _4m/s	23,000	31,000 10,000	56,000	81,000	219,000 50,000	298,000	167,000@ 8 m/s
Skupni donos/skupni stroški @ 7 m/s	1,61	1,56	1,94	2,17	2,51	1,97	2,07 @ 8 m/s
Vračilna doba v letih @ 7 m/s	11,51	11,93	9,41	8,31	7,13	9,4	8,78 @ 8 m/s
Strošek cent/kWh @ 7 m/s	5,95	6,14	4,95	4,42	3,83	4,87	4,65 @ 8 m/s

2. Vetrne elektrarne

Splošne informacije, poslovni modeli:

- Povprečni stroški proizvodnje električne energije so višji od fotovoltaičnih strešnih sistemov.
- Visoka poraba energije je bistvenega pomena za varčno delovanje.
- Kombinacija s fotovoltaiko je smiselna (uravnoteženje jesen/zima/noč).
- Motivacija: ekonomija, prispevek k energetskega prehodu, neodvisnost/samozadostnost, zanimanje za tehnologijo.
- Male vetrne turbine so optično nevpadljive in skoraj nimajo vpliva na pokrajino - investicijski stroški so med 3.000,00€/kW in 8.000,00€/kW.



2. Vetrne elektrarne

Analiza stroškov,
prihodkov in koristi
vetrne elektrarne

Splošne informacije:

***Priručnik za postavitev
manjših elektrarn***

- Vetrne elektrarne pretvarjajo kinetično energijo vetra v električno energijo. Osnovni sestavni deli vetrnega generatorja so vetrna turbina, pogosto še reduktor in električni generator.
- Slovenija ni vetrovno bogata dežela, saj leži v zavrtju Alp, kar preprečuje prodor severovzhodnih vetrov, vzhodni vetrovi pa so redkejši.
- Največji potencial je na Primorskem in Notranjskem ter na grebenih gorskih planot, kjer je hitrost vetra pogosto nad 4,5 m/s, kar je osnovni pogoj za gradnjo vetrnih elektrarn.

Več na: <https://www.energetika-portal.si/.../postavitev.../>

2. Vetrne elektrarne

Analiza stroškov,
prihodkov in koristi
vetrne elektrarne

Splošne informacije:

***Priročnik za postavitev
manjših elektrarn***

- Majhni vetrni sistemi so sistemi z generatorji moči od nekaj 10 W do nekaj kW. Z minimalno močjo začnejo delovati pri hitrosti vetra okrog 2 m/s, z najvšjo močjo pa delujejo pri hitrosti okrog 10-20 m/s. Majhni vetrni sistemi močno presežejo strošek izgradnje (eur/W) v primerjavi s samostojni fotovoltaičnimi sistemi.
- Z naraščanjem velikosti vetrnih sistemov pa se ta cena močno zmanjšuje (pri močeh nad 1 MW pade pod 1 eur/W).
- Vetrne elektrarne so tehnični objekti, ki imajo s svojim umeščanjem v prostor tudi določen negativen vpliv na okolje: zlasti sta to hrup in ogrožanje živali, kar je potrebno posebej skrbno obravnavati na varovanih in ekološko pomembnih območjih, kot je npr. Natura 2000.

Več na: <https://www.energetika-portal.si/.../postavitev.../>



2. Vetrne elektrarne



Analiza stroškov,
prihodkov in koristi
vetrne elektrarne

**Primer ekonomike:
Izračun povračilne dobe
investicije za VE na
kopnem**

***Priručnik za postavitve
manjših elektrarn***

Več na: <https://www.energetika-portal.si/.../postavitev.../>

VETRNA ELEKTRARNA NA KOPNEM	
Moč	2,15 MW
Življenjska doba	20 let
Investicija (okvirni stroški)	1.400 €/kW
Emisije (tCO ₂ [ekv]/GWh)	10
Smiselni investitorji	gospodarski subjekti
Relevantni postopki za začetek obratovanja	Izhodiščni podatki investitorja v OVE in lokacijska informacija; mnenje o možnosti vključitve v omrežje in analiza primernosti lokacije; IZP, študija izvedljivosti ter odločitev o gradnji; postopki v zvezi z varstvom okolja; pridobitev projektnih pogojev, izdelava projektne dokumentacije in pridobitev soglasij za priključitev; dokazilo o razpolaganju z zemljiščem; GD; postopek izbire izvajalca; gradnja proizvodne naprave in izgradnja priključka; pogodba o nakupu in prodaji el. energije ali sklenitev Eko pogodbe s centrom za podpore; sklenitev pogodbe o uporabi sistema; tehnični pregled; uporabno dovoljenje; priključitev na energetska omrežje (pogoj za priključitev je sklenjena pogodba o dobavi oz. odkupu el. energije in pogodba o uporabi sistema); deklaracija za proizvodno napravo in odločba o podpori (nista pogoj za obratovanje, sta za pridobitev podpore), sklenitev pogodbe o zagotavljanju podpore.

2. Vetrne elektrarne

Analiza stroškov, prihodkov in koristi vetrne elektrarne

**Primer ekonomike: Izračun povračilne dobe investicije
za malo vetrno elektrarno**

Predpostavke:

- mala vetrna turbina na ključ 10 kW v skupni vrednosti 50.000 EUR, vključno s projekti in dovoljenji
- obratovalni stroški (vzdrževanje, zavarovanje, popravila) povprečno 300 €/leto
- tarifa električne energije cca. 20 centov / kWh



2. Vetrne elektrarne

Analiza stroškov, prihodkov in koristi vetrne elektrarne

Primer ekonomike: Izračun povračilne dobe investicije za malo VE

Primer ekonomike

Scenarij 1:

- povprečna hitrost vetra 5 m/s in lastna poraba energije v višini 70% proizvedene električne energije: amortizacija cca. 13 let

Scenarij 2:

- povprečna hitrost vetra 5 m/s in lastna poraba energije v višini 30% proizvedene električne energije: amortizacija cca. 23 let

Scenarij 3:

- povprečna hitrost vetra 4 m/s in lastna poraba energije v višini 70% proizvedene električne energije: amortizacija cca. 27 let



2. Vetrne elektrarne

Analiza stroškov,
prihodkov in koristi
vetrne elektrarne

**Primer ekonomike:
Izračun povračilne dobe
investicije za 10,0 kW
horizontalno malo VE**

Podatkovni list	HAWT 10 kW
Premer rotorja (m)	7
Max. moč (kW)	10
Letni donos @ 7 m/s (kWh) _ 4m/s 5m/s	31,000 10,000 17,000
Vračilna doba v letih @ 7 m/s_ 5 m/s, 70 % LR	11,93 let 13 let

2. Vetrne elektrarne

Subvencije:

Subvencije za pravne osebe za naprave na obnovljive vire energije ter hranilnike v kombinaciji s proizvodnjo - JP-OVE-04

Vir: <https://www.borzen.si>

- V Uradnem listu RS št. 9/2025 z dne 14. 2. 2025 je bil objavljen javni poziv JP-OVE-04 za dodeljevanje pomoči v obliki neposrednih nepovratnih **sredstev za investicije v nove proizvodne naprave za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov in toplote ter za hranilnike električne energije in toplote v kombinaciji s proizvodnjo energije.**
- Oddaja vlog za dodelitev pomoči je možna **od vključno 18. 3. 2025 od 10:00 naprej.**

2. Vetrne elektrarne

Subvencije: Subvencije za pravne osebe za naprave na obnovljive vire energije ter hranilnike v kombinaciji s proizvodnjo - JP-OVE-04

Vir: <https://www.borzen.si>

Predmet javnega poziva

Glede na tehnologijo rabe obnovljivih virov energije in inštalirano moč proizvodne naprave se bo pomoč dodeljevala za naložbe **v nakup in vgradnjo nove proizvodne naprave ali nove proizvodne naprave v kombinaciji z novim prigrajenim hranilnikom**, in sicer za:

Sklop 1 - proizvodnja električne **energije iz vetrne energije s priključno močjo oddaje v distribucijski sistem enako ali manjšo od 1 MW**, če je naprava v stoddstotni lasti podjetja, ki se opredeljuje kot veliko ali srednje podjetje, oziroma enako ali manjšo od 18 MW, če je proizvodna naprava v stoddstotni lasti mikro ali malih podjetij ali skupnosti OVE.

Pomoč se lahko dodeli za naslednje tipe naprav:

1. vetrna elektrarna
2. vetrna elektrarna – skupnostna

2. Vetrne elektrarne

Poslovni modeli za obratovanje naprav OVE:

- Sheme PS1, PS2, PS3 (SONDSEE).
- Stopnja samooskrbe SE+VE+HEE (30 %, 50-70 %, 80-100 %).
- Skupnostna samooskrba.
- Ostalo

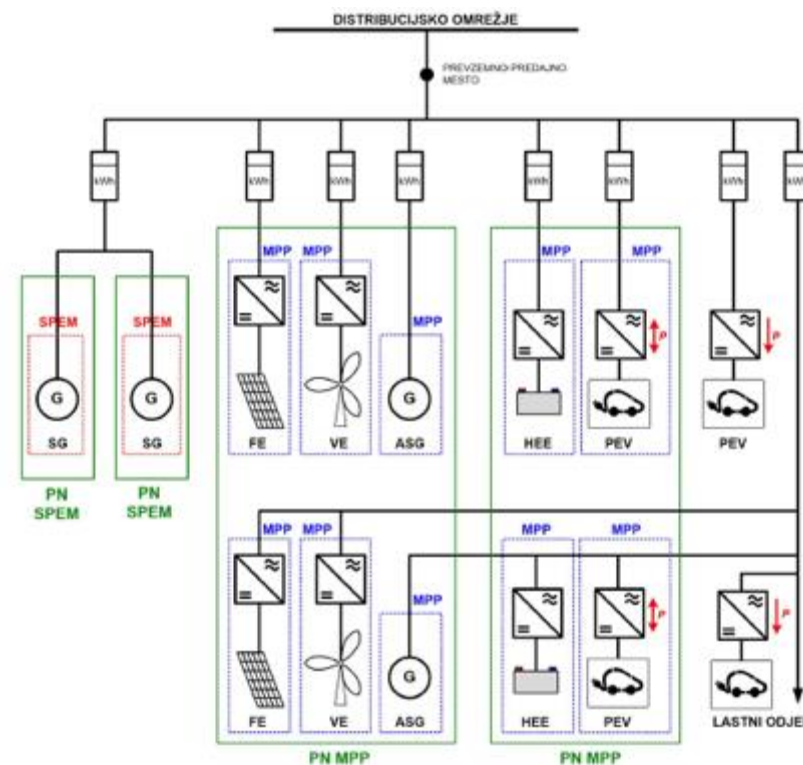
2. Vetrne elektrarne

Poslovni modeli za obratovanje naprav OVE:

Sheme PS1, PS2, PS3 (SONDSEE).

Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (SONDSEE), Uradni list RS, št. 77/24, Priloga 5

Splošni prikaz klasifikacije PN glede na tehnologijo proizvodne naprave



Slika IV.1 – Splošni prikaz klasifikacije proizvodnih naprav (PN) glede na vsebovane (EM)

2. Vetrne elektrarne

Poslovni modeli za
obratovanje naprav
OVE:

➤ Stopnja
samoooskrbe

SE+VE+HEE (30 %,
50-70 %, 80-100 %).



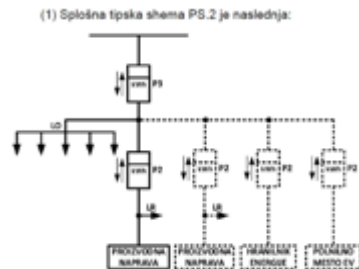
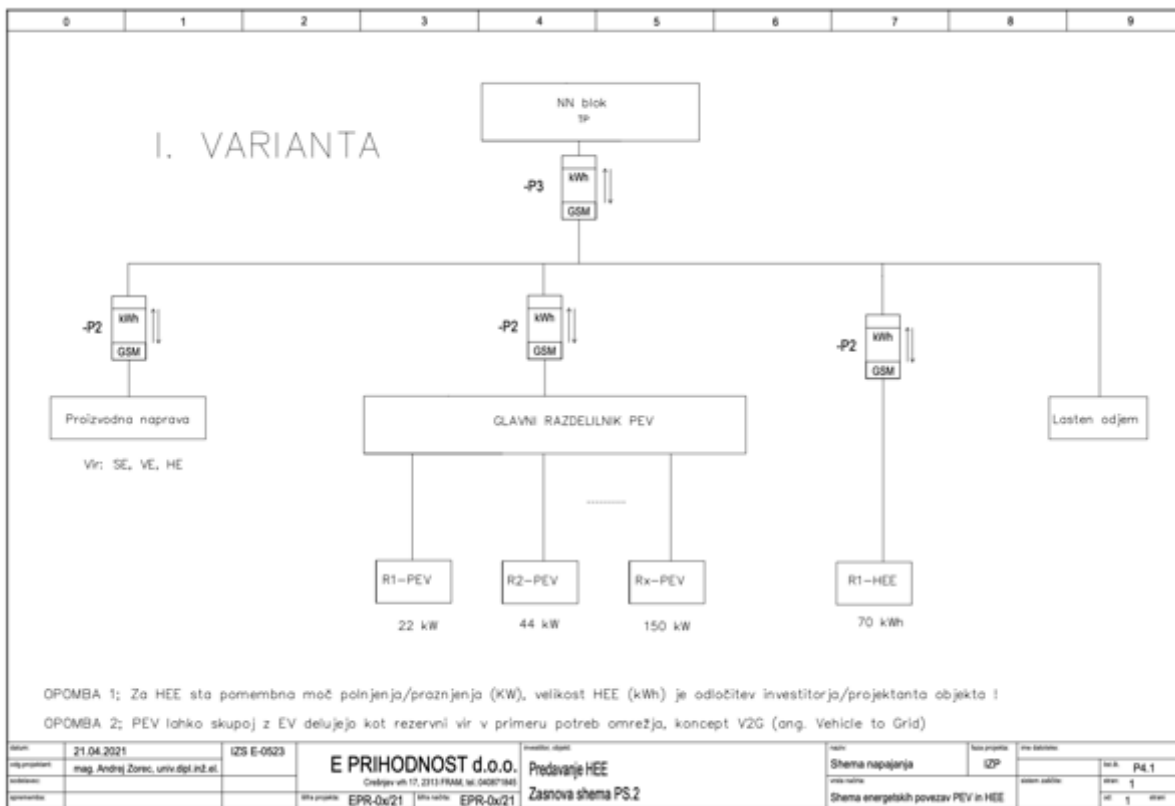
Vir: <https://www.klein-windkraftanlagen.com/technik/stromspeicher/>

2. Vetrne elektrarne

Poslovni modeli za obratovanje naprav OVE:

- Primer tipska shema PS.2 v večstanovanjskem/poslovnem objektu - **več možnih variant priklopa VE + PEV + HEE**

Vir: E prihodnost d.o.o.



3. Zaključek

Inštalacija 12 kW MVE na 24 m
stebru ☺



Vir: E prihodnost d.o.o. + <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1315392916585018&set=pcb.1315398959917747>

3. Zaključek

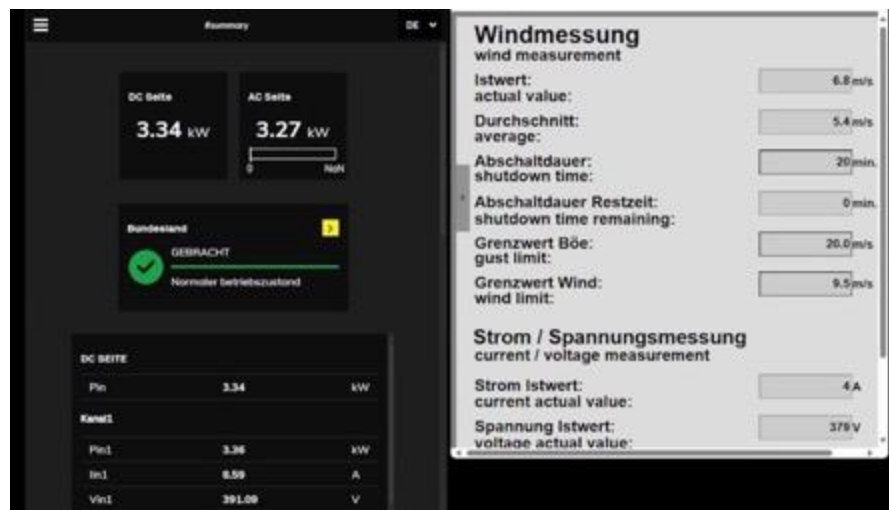
Inštalacija 12 kW MVE na 24 m
stebri ☺



Vir: E prihodnost d.o.o. + <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1315392916585018&set=pcb.1315398959917747>

3. Zaključek

Inštalacija 12 kW MVE na 24 m stebru ☺



Vir: E prihodnost d.o.o. + <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1315392916585018&set=pcb.1315398959917747>

3. Zaključek

Inštalacija 7,5 kW MVE na 12 m stebru ☺



Vir: E prihodnost d.o.o. +

https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=1300915538032756&id=100043429664945&mibextid=wwXlfr&rdid=757mO4K5mmfQsxYF#

3. Zaključek

Inštalacija 7,5 kW MVE na 12 m stebru ☺



Vir: E prihodnost d.o.o. +

https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=1300915538032756&id=100043429664945&mibextid=wwXlfr&rdid=757mO4K5mmfQsxYF#

3. Zaključek

Inštalacija 7,5 kW MVE na 12 m stebru ☺



Vir: E prihodnost d.o.o. +

https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=1300915538032756&id=100043429664945&mibextid=wwXlfr&rdid=757mO4K5mmfQsxYF#

3. Zaključek

Inštalacija 7,5 kW MVE na 12 m stebru ☺



Vir: E prihodnost d.o.o. +

https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=1300915538032756&id=100043429664945&mibextid=wwXlfr&rdid=757mO4K5mmfQsxYF#

3. Zaključek

Hvala za vašo pozornost !

Vprašanja ?

Kontaktne podatki:
mag. Andrej Zorec
E prihodnost d.o.o.
info@e-prihodnost.si
gsm: +386 40 871 845