

**KSSENA**Zavod Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško
Energy Agency of Savinjska, Šaleška and Koroška Region
Koroška 37a / SI-3320 Velenje / SlovenijaProjekt je sofinanciran s strani
Evropske komisijeINTELLIGENT ENERGY
EUROPE

sinenergija

Glasilo Zavoda Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško

letnik: 2012

števila: 1

februar

www.kssena.si

Tema številke: **Energija vetra**



Pojav vetra in njegovo energijsko izkoriščanje

Kot večina oblik energije je tudi veter proizvod sonca. Veter je posebna oblika sončne energije in nastane zaradi temperaturnih razlik zraka, ki se segreva nad kopnim drugače kot nad morjem. Takšno gibanje zračnih mas in del tega zraka, ki se giblje vzporedno s površino Zemlje, imenujemo veter.

več na strani 3



Vetrna energija po svetu in v Evropi

Prvič v zadnjih dvajsetih letih se je zgodilo, da se je porast inštaliranih vetrnih elektrarn v enem letu zmanjšal za 5,8 %. V vetrnih elektrarnah je bilo na svetu v letu 2009 inštaliranih 37,9 GW moči, v letu 2010 pa »samo« 35,7 GW. Severna Amerika je doživela krč gradenj vetrnih elektrarn, Evropa je upočasnila gradnje, medtem ko je Azija povečala izgradnjo.

več na strani 5



»Manj je več« tudi na področju vetrnih turbin

Pri proizvodnji sodobnih motorjev z notranjim zgorevanjem so uspeli z nižjimi gibnimi prostorninami doseči večjo moč oz. boljši izkoristek in ob tem še nižje izpuste škodljivih plinov v okolje. Tudi pri predstavljenih konceptih novih manjših vetrnic lahko ugotovimo nižji vpliv na okolje, saj so manjše, tišje in energetsko učinkovitejše od današnjih klasičnih izvedb.

več na strani 8



Energetsko samozadostna ulična svetilka (ESUS)

V MO Velenje sta postavljeni dve energetsko samozadostni ulični svetilki (ESUS), ki izkoriščata sončno in vetrno energijo za proizvodnjo električne energije.

več na strani 11



Obnovljivi viri
energije



Učinkovita raba
energije



Skok v zgodovino



Učinkovita gradnja



Arhiv dogodkov



Primeri dobrih praks



Nepovratna sredstva



Promet



Okolje



Energija in ekonomija



Napovednik



Zakonodaja



Nagradna igra

Boštjan Krajnc, direktor KSSENA

Uvodnik:

Ljudje izkoriščamo vetrno energijo že nekaj tisoč let. Prva jadra so uporabljali že Egipčani, na kopnem pa se je izkoriščanje vetrne energije začelo razmeroma pozno. Prve mline na veter so v Evropi postavili v dvanajstem stoletju. Na Nizozemskem so jih uporabljali med drugim tudi za dvigovanje vode iz nizko ležeče obdelovalne zemlje v kanale. V začetku tega tisočletja pa se je začel intenzivni razmah sodobnih vetrnih elektrarn za proizvodnjo električne energije. Diagram inštaliranih vetrnih elektrarn v Evropi za leto 2010 nam razkrije, da se na tem področju skoraj nič ne dogaja le na Slovaškem in v Sloveniji. Če pa iz tega diagrama izvzamemo Nemčijo in skalo inštaliranih moči zmanjšamo, pa vidimo, da izstopa le še Slovenija. Med državami srednje Evrope ima Slovenija razmeroma dobro urejeno shemo subvencij za električno energijo, proizvedeno iz vetrnih elektrarn, pa vendar omembe vrednih projektov (še) ni. Na podlagi analize, ki jo je opravila Kommunalkredit Austria AG – avstrijska banka za infrastrukturo, v Sloveniji največjo oviro predstavljata javno mnenje in politika. Ocenili so, da je Slovenija za in-

vesticije v vetrne elektrarne med vsemi državami srednje Evrope (vključno s Hrvaško) najslabše okolje. Uvršča se celo za Češko, ki je uvedla dodatni davek za energijo, proizvedeno iz obnovljivih virov in ta velja tudi za vse obstoječe projekte, ne glede na njihov začetek.

V novem Nacionalnem energetskem programu (NEP) je sicer določenih 14 lokacij za postavitev vetrnih turbin, vendar jih je po mnenju Franka Nemaca, direktorja Agencije za prestrukturiranje energetike, kar 13 neprimernih! Sodobne vetrnice ne morejo proizvajati energije pri nizkih hitrostih vetra. Hitrost vetra pa zelo vpliva na delovanje vetrnice, saj moč vetrnice raste s tretjo potenco hitrosti vetra, kar pomeni, da se moč poveča za osemkrat, če se hitrost vetra podvoji.

V svetu delež energije iz vetrnih elektrarn nenehno raste, pri nas pa je vse skupaj omejeno le na nekaj vzorčnih vetrnic in na napol postavljen steber 2 MW vetrnice pri Senožečah. Nesprejemljivo je, da ima moderna evropska država urejen sistem subvencij, dejansko postavitev vetrnih elektrarn pa onemogočajo birokratski postopki pridobivanja dovoljenj in

nestrokovna javnost.

Konec leta 2011 je Energetska agencija KSSENA v MO Velenje pilotno postavila dve ulični svetilki, ki za delovanje izkoriščata sončno in vetrno energijo. Iz analize delovanja je razvidno, da proizvodnja iz vetrnice zelo niha in da brez podpore tankoplastnega fotovoltaičnega modula na drogu svetilka ne bi služila svojemu namenu.

Če želimo imeti stabilno oskrbo z električno energijo, potrebujemo vetrne elektrarne za svoje delovanje stoodstotno rezervo. Problem vetrnic je v tem, da dobesedno delujejo "tako, kot veter piha", če pa k temu dodamo še zapleten birokratski aparat in nasprotovanje nestrokovne javnosti, pa pridemo hitro na rep investicijskih potencialov.

Pa vendar upanje ostaja, saj je pred kratkim podjetje Elektro Primorska sporočilo, da bo v mesecu marcu začelo z gradbenimi deli na Volovji rebri. Ob vseh zavezah in ciljih, ki smo si jih zadali, se bomo morda v kratkem le uvrstili na lestvico držav z inštaliranimi elektrarnami na vetrno energijo, saj z vetrnicami, ki se trenutno vrtijo v Sloveniji, lahko oskrbimo z energijo le tri gospodinjstva.

Kazalo

■ Pojav vetra in njegovo energijsko izkoriščanje	■ Energetsko samozadostna ulična svetilka (ESUS)	■ Seminarji OVE in URE izvedeni v Velenju
3	11	14
■ Vetrna energija po svetu in v Evropi	■ Energetsko samozadostna ulična svetilka (ESUS)	■ EnergyCity, aktivnosti v okviru projekta
5	11	15
■ »Manj je več« tudi na področju vetrnih turbin	■ Projekt Euronet 50/50	■ Projekt Enerscapes
8	13	16
■ Ravne 1 - prva vetrna elektrarna na Hrvaškem	■ Povezovanje v grozde kot možnost za krepitev zelenih energetskih storitev	■ Nagradno vprašanje
10	14	16

Gregor Tepež, univ. dipl. inž. str., KSENA

Pojav vetra in njegovo energijsko izkoriščanje

Kot večina oblik energije je tudi veter proizvod sonca. Veter je posebna oblika sončne energije in nastane zaradi temperaturnih razlik zraka, ki se segreva nad kopnim drugače kot nad morjem. Takšno gibanje zračnih mas in del tega zraka, ki se giblje vzporedno s površino Zemlje, imenujemo veter.

Veter nastaja zaradi razlik v tlakah atmosfere in se giblje z mesta z višjim tlakom na mesta z nižjim tlakom. Fizikalne in kemične lastnosti ozračja se spreminjajo z oddaljenostjo od površja Zemlje, zato delimo ozračje v več plasti (troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, ekosfera). Na gibanje zračnih mas v troposferi vplivajo celine. Vrtenje Zemlje oziroma Coriolisova sila pa vpliva predvsem na smer vetra. Na severni polobli se veter obrne v desno, na južni pa v levo smer. Na gibanje zračnih mas vplivajo tudi lokalna kroženja in vrtinci zračnih mas. Pravi potencial vetra na posameznih lokacijah lahko zato natančneje določimo samo z meritvami v čim daljšem obdobju (tudi več let) in to kljub dejstvu, da so znane splošne zakonitosti ter je na razpolago vedno boljša programska oprema za simulacijo vetra. Pri vetrovih nas zanimajo predvsem: smer, hitrost in karakteristika vetra. S karakteristiko vetra opišemo njegov bolj ali manj turbulenten značaj ter trajanje (stalen, spremenljiv, sunkovit). Smer vetra pa je smer, iz katere piha in je določena glede na strani neba.

Za energetsko izkoriščanje vetra in za izbiro vetrne elektrarne so pomembni predvsem lokalni površinski vetrovi do višine 100 metrov, ki so odvisni od lastnosti površja Zemlje. Zemljina površinska razgibanost, hrpa-vost in razne druge ovire močno vplivajo na smer in hitrost vetra. Zato so kljub pomembnosti poznavanja globalnih vetrnih razmer pri presoji potenciala energije vetra za postavitev vetrnih elektrarn pomembne tudi lokalne klimatske in dnevne ve-

trovne razmere, kot so:

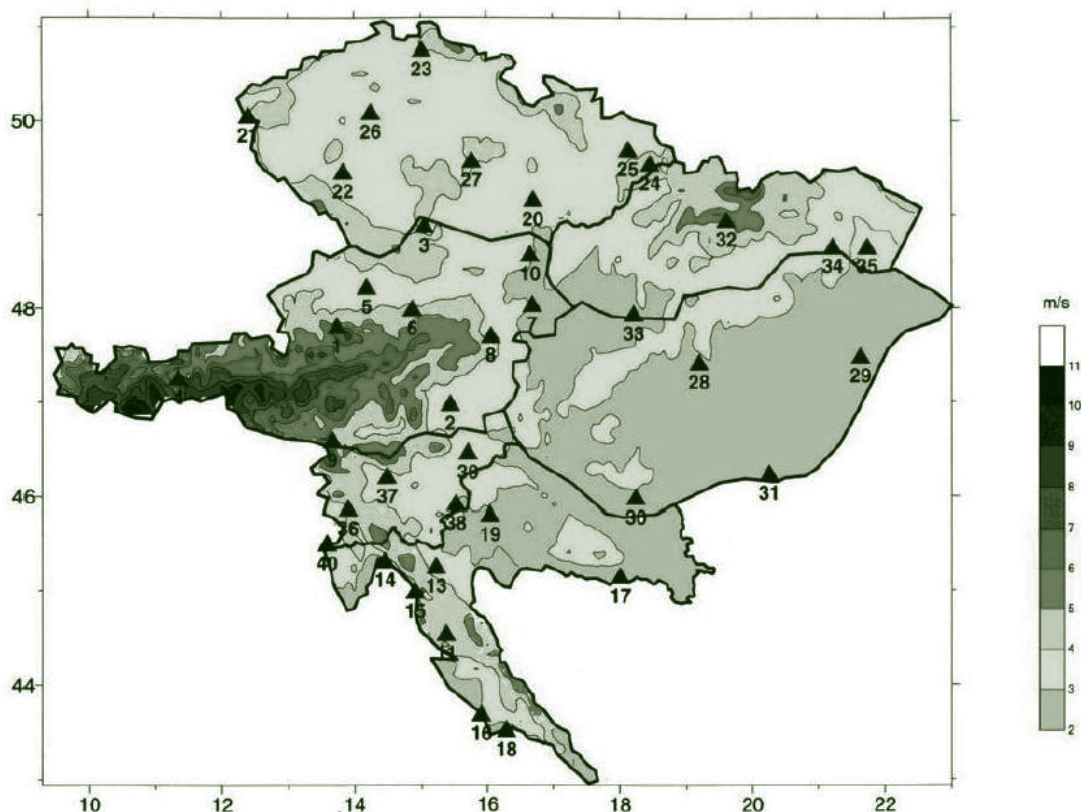
- vetrca, sapica z morja, »zmorec« – piha podnevi z morja na kopno; Zemlja se zaradi sončnega obsevanja bolj segreje kot morje; topel, segret zrak se dvigne in odpotuje nad morje, praznino pa zapolni hladni zrak z morja;
- vetrca s kopnega, »kopnik« – piha ponoči na morje; morje se počasneje ohlaja, zato je zrak nad njim toplejši, se dviga in potuje nad kopno; v spodnjih plasteh piha hladen zrak s kopnega; hitrosti vetra so ponoči manjše kot podnevi zaradi manjših temperaturnih razlik kopnega in morja; mon-suni v JV Aziji so podoben sezonski – spomladanski in jesenski – pojav, ki nastaja iz enakih razlogov (različnega segrevanja in ohlajanja kopnega in morja), le da so časovne in krajevne dimenzije mnogo večje;

- v hribovitih območjih piha podnevi, ko se zrak ob južnih pobočjih segreje dolinski veter »dolnik« po dolini navzgor, proti vrhovom;
- zaradi ohlajanja se ponoči veter obrne in piha s hribov navzdol v dolino; imenujejo ga »gornik«;
- učinek tunela, kanala (ang. tunnel effect) ali kanaliziranje vetra poveča hitrosti vetra – v ožinah v krajini se na vetrni strani zrak stisne in njegova hitrost naraste; ta efekt lahko opazujemo le v »mehkih prehodih, v mehkih ožinah«, sicer se pojavi njegovo nasprotje, turbulenca, ki z vrtinci in nenadnimi spremembami smeri in hitrosti upočasni veter;
- učinek hriba (ang. hill effect) v sicer ravninskem predelu prostora povzroči hitrejšo gibanje zraka nad hribom; vzrok je enak



Veter nastaja zaradi razlik v tlakah atmosfere in se giblje z mesta z višjim tlakom na mesta z nižjim tlakom.

Slika 1: Atlas vetra za centralno Evropo (Jungbauer, 1998)



Slika 2: Vetrovno primerna območja (območja s povprečno hitrostjo več kot 4,5 m/s 50 m nad tlemi) v obdobju 1994-2000 iz modela Aladin DADA



Za izbiro vetrne elektrarne so pomembni predvsem lokalni površinski vetrovi do višine 100 m, ki so odvisni od lastnosti površja Zemlje, saj njena površinska razgibanost, hrapavost in razne druge ovire močno vplivajo na njegovo smer in hitrost.

kot pri »tunelu« – ista količina zraka mora priti mimo »ovire«, zato se mora zrak stisniti in tako pospešiti gibanje; v primeru večjih strmin ali neenakomerne površine hriba lahko nastane turbulenca;

- v globalnem smislu velja, da so zaradi temperaturnih razlik med kopnim in morjem, ki so podnevi večje kot ponoči, tudi vetrovna dogajanja podnevi intenzivnejša kot ponoči.

Vetrne razmere v Sloveniji določajo v največji meri geografska lega, Alpe in razgibanost površja. Slovenija leži v zmernih širinah na severni polobli. Nad Evropo v zmernih širinah in tudi nad Slovenijo v splošnem prevladujejo zahodni vetrovi. Zračni tok, gledan v velikih razsežnostih, večinoma valovi, zato se odklanja tudi proti severu in jugu. Smer in hitrost vetra oblikujejo tudi območja visokega in nizkega zračnega pritiska – zračni vrtinci, v katerih zrak kroži. Slovenija v primerjavi z zahodno Evropo ni zelo vetrovna, saj je zaradi Alp v zavetrju. Na vetrovne razmere močno vpliva tudi zemeljska površina - njena površinska razgibanost, ki je značilna za Slovenijo. Hribi in gorovja po eni strani ustvarjajo pregrado za vetrove, po drugi pa odklanjajo tok zraka, ki se zato prilagaja površju. Za lokalne razmere

so poleg tega pomembni tudi razporeditev vodnih površin in dnevno ogrevanje ter ohlajanje ozračja. Povprečna hitrost vetra je v Sloveniji na sploh manjša kot v ravninskem delu zahodne in srednje Evrope. Zaradi razgibanosti površja pride tudi do nastanka lokalnih vetrov, ki imajo značilen dnevni hod. To so pobočni vetrovi (ki pihajo podnevi po pobočjih navzgor, ponoči pa navzdol), vetrovi s kopnega na morje (ponoči) in z morja na kopno (podnevi). Njihova hitrost navadno ne preseže 5 m/s.

Če primerjamo vetrno in sončno energijo lahko ugotovimo, da sta zelo razpršena energetska vira, zato je njuna izraba relativno draga. Letna energija sončnega obsevanja je dokaj enakomerno razporejena po celotnem ozemlju Slovenije. Razlika med najboljšimi in najslabšimi območji je le 10–15 odstotkov na letni ravni. Pri vetru pa se pojavijo razlike med območji z dobrim vetrom in zatišnimi legami tudi do sto in več odstotkov. Na osnovi dosedanjih meritev vetra in analiz vetrnih razmer v Sloveniji velja dejstvo, da je potencial vetra najboljši na Primorskem ter na grebenih višjih slovenskih gora in pogorij. Upoštevati pa je potrebno, da na nadmorskih višinah nad 1.000 m predstav-

lja dodaten problem zaledenitev vetrne elektrarne.

Energija vetra je sorazmerna hitrosti vetra na drugo potenco, zato je hitrost vetra za gospodarnost vetrne elektrarne izjemno pomembna. Sonce proti Zemlji v eni uri odda 1.014 kWh energije, od tega le 1–2 % v obliki vetrne energije (Danish ..., 2003) oziroma v obliki kinetične energije vetra, ki se po fizikalnih principih vetrne turbine lahko spremeni v mehaniko oz. v električno energijo. Kinetična energija je fizikalno definirana:

$$W = Ek = \frac{1}{2} m v^2 [J]$$

Skozi površino (A), ki jo opišejo listi rotorja vetrnice, teče veter z močjo (P), ki je po enačbi (2) odvisna od tretje potence hitrosti vetra (v^3), od gostote zraka (ρ) in od koeficienta moči ali Betzovega koeficienta (c_p). Torej lahko turbina, ki stoji na morsk gladini, pri temperaturi zraka 15 °C proizvede 25 % več energije kot turbina, ki stoji na višini 2.300 m pri enaki temperaturi. Pri tem sta pomembni tudi vrsta in oblika vetrnice, saj se koeficient moči ali Betzov koeficient (c_p) spreminja s hitrostjo vetra in vrsto vetrnice. Zaradi vrtinčenja in trenja zraka ob prehodu skozi vetrnico v realnosti nikoli ne doseže teoretične vrednosti ($c_{p_{max}} = 0,593$).

Moč vetra je definirana z

enačbo:

$$P = c_p \frac{1}{2} \rho v^3 A \text{ [W]}$$

oziroma

$$P = c_p \frac{1}{2} \rho v^3 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

(Enačba 2)

Vetrna turbina ne more pretvoriti vse energije vetra v električno energijo. Teoretično jo sicer lahko pretvori 59 %, kar izhaja iz c_{max} , v praksi pa se dosegajo izkoristki le okoli 20-30 % (Gerjevič, 1997b: 10).

Če lahko sončne elektrarne postavljamo praktično kjerkoli, je potrebno za vetrne elektrarne najti lokacije s primernim in čim bolj stalnim vetrom. Pri vetru velja osnovno pravilo: če imamo na neki lokaciji dober veter, je najbolje tam postaviti največjo vetrno turbino, ki jo je mogoče do lokacije transportirati in postaviti. Če povprečna letna hitrost vetra ni dovolj velika, pa se ne splača postavljati manjše, še manj male vetrne elektrarne. Kot izhodišče za izbiro primernih lokacij za postavitev vetrnih elektrarn nam služi podatek o povprečni

hitrosti vetra več kot 4,5 m/s na 50 m nad tlemi. Za Slovenijo so na razpolago ocenjene hitrosti vetra iz modela »Aladin DADA« na višinah 10 in 50 metrov. Za natančno oceno ekonomske upravičenosti posameznih projektov postavitve vetrne elektrarne je potrebno upoštevati tudi izmerjene hitrosti vetra na sami lokaciji. Previsoko določena hitrost vetra lahko bistveno zmanjša izbiro in površino območij, kjer obstajajo tehnične in ekonomske možnosti energetske rabe vetra. Prenizko določena hitrost vetra pa ne kaže dejanske slike o ekonomskem potencialu. Seveda pa se gospodarnost spremeni, če gre za napajanje zgradb ali objektov, ki so oddaljeni od električnega omrežja. V takih primerih je lahko gospodarnejše postaviti lastno manjšo vetrno elektrarno v kombinaciji s sončno elektrarno in akumulatorskimi baterijami, kot pa graditi daljnovod do najbližjega električnega omrežja.

Viri besedila:

<http://www.windpower.org/en>
(Danish Wind Industry Association. 2003)

Značilnosti vetra na Slovenskem – obdelava podatkov z WASP-om Ljubljana, Hidrometeorološki zavod RS (Gerjevič M. 1997b)

Energetika.net, »Potencial za male vetrne elektrarne«, Franko Nemac, februar 2010

<http://www.iskrawind.com/control.htm>

Ekonomski vidiki gradnje vetrnih elektrarn, Julijan Fortunat, Elektro Primorska d.d., Ljubljana, september 2009

Celovit pregled potencialno ustreznih območij za izkoriščanje vetrne energije-Strokovna podlaga za NEP (2010-2030), Aquarius d.o.o., februar 2011

<http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/>

Agencija Republike Slovenije, Atlas okolja, avgust 2010

Gregor Podvratnik, dipl. inž. elektrotehnike, KSSENA

Vetrna energija po svetu in v Evropi

Prvič v zadnjih dvajsetih letih se je zgodilo, da se je porast inštaliranih vetrnih elektrarn v enem letu zmanjšal za 5,8 %. V vetrnih elektrarnah je bilo na svetu v letu 2009 inštaliranih 37,9 GW moči, v letu 2010 pa »samo« 35,7 GW. Severna Amerika je doživela krč gradenj vetrnih elektrarn, Evropa je upočasnila gradnje, medtem ko je Azija povečala izgradnjo ter ima tako že več kot polovico vse inštalirane moči v vetrnih elektrarnah.

Moč inštaliranih vetrnih elektrarn na svetu je skoraj dosegla mejo 200 GW. V letu 2010 so po svetu zgradili za 35,7 GW vetrnih elektrarn in tako povečali inštalirano moč za 22,4 % glede na leto 2009. Azija zelo prednjači pred ostalim svetom, saj je v letu 2010 zgradila več kot polovico (53,3 %) vetrnih elektrarn. Sledita ji Evropa, ki še vedno predstavlja četrtino (27,4 %) izgradenj, in Severna Amerika s 16,3 %, ki je zabeležila velik upad gradenj vetrnih elektrarn. Trenutno ima Evropa s 44,3 % svetovnim deležem še vedno največ inštalirane vetrne moči, sledi ji Azija z 30,1 % in Severna

Amerika z 22,7 %.

Kitajska je dolgoročno v veliki prednosti. Podatki GWEC-a (Global Wind Energy Council) kažejo, da je v letu 2010 Kitajska sama inštalirala skoraj

polovico (16,5 GW) moči vetrnih elektrarn v svetu ter tako povečala skupno inštalirano moč na 42,3 GW. Prehitela je Združene države Amerike, ki imajo inštaliranih za 40,2 GW



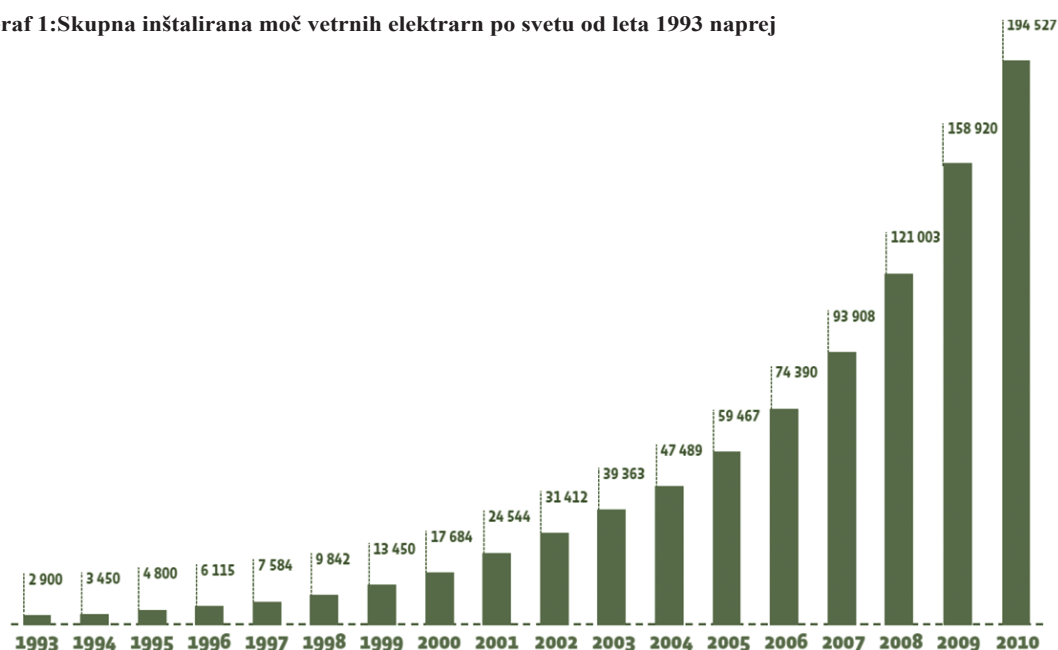
Tabela 1: Inštalirana moč vetrnih elektrarn po svetu v letu 2010 (v MW)

Viri: EurObserv'ER 2011 (EU), AWEA 2011 za Ameriko, GWEC 2011 (drugi)

	2009	2010	Instalirana moč v 2010	Razgradnje v 2010
Evropska unija	75.106,4	84.339,0	9.301,3	68,7
Ostala Evropa	1.377,0	1.874,0	497,0	-
Skupaj Evropa	76.483,4	86.213,0	9.798,3	68,7
ZDA	35.086,0	40.180,0	5.115,0	21,0
Kanada	3.319,0	4.009,0	690,0	-
Skupaj Severna Amerika	38.405,0	44.189,0	5.805,0	21,0
Kitajska	25.805,0	42.287,0	16.500,0	18,0
Indija	10.926,0	13.065,0	2.139,0	-
Japonska	2.085,0	2.304,0	221,0	2,0
Ostala Azija	823,0	985,0	162,0	-
Skupaj Azija	39.639,0	58.641,0	19.022,0	20,0
Ostali svet	4.393,0	5.484,0	1.092,0	1,0
Skupaj SVET	158.920,4	194.527,0	35.717,3	110,7

Na novo inštalirane vetrne turbine so skoraj dosegle mejo 200 GW, ko so po svetu v letu 2010 zgradili za 35,7 GW vetrnih elektrarn in tako povečali inštalirano moč za 22,4 % glede na leto 2009. Azija zelo prednjači pred ostalim svetom, saj je v letu 2010 zgradila več kot polovico (53,3 %) vetrnih elektrarn.

Graf 1: Skupna inštalirana moč vetrnih elektrarn po svetu od leta 1993 naprej



Vir: EurObserv'ER 2011

vetrnih elektrarn. V ZDA, kjer so v letu 2009 inštalirali 9.849 MW (podobno moč vetrnih elektrarn kot v Evropi), se je v letu 2010 z 5.115 MW inštalirana moč skoraj prepolovila. AWEA (Ameriško združenje za vetrno energijo) krivi za to krizo odsotnost dolgoročnih načrtov zvezne politike, težke gospodarske razmere ter omejene sposobnosti letnega financiranja. Vetrna energija se je začela razvijati tudi v državah razvoja. Indija je inštalirala 2.139 MW, Brazilija

326 MW in Mehika 316 MW, kar dokazuje, da ta sektor postaja vedno bolj konkurenčen.

Evropska unija je v letu 2010 inštalirala 9,3 GW vetrnih elektrarn, kar pomeni zmanjšanje v primerjavi z letom 2009, ko je bilo inštaliranih 10 GW. Tako je bilo konec leta 2010 inštaliranih 84,3 GW vetrne energije. Evropa je zgradila nova vetrna polja na morju ter povečala izgradnjo v mnogih vzhodno-evropskih državah. Te investicije so deloma pripomogle k večji inštalirani moči v EU, saj so tradicionalno ustaljeni trgi (Španija, Nemčija, Francija, Italija in Velika Britanija) zgradili malo vetrnih elektrarn, saj se investitorji borijo, da bi našli nove vire financiranja, ki so potrebni za izgradnjo novih vetrnih elektrarn.

Do manjšega financiranja izgrajenih vetrnih turbin po Evropi je prišlo med drugim tudi zaradi naložb v druge vrste proizvodnje električne energije. EWEA (Evropsko združenje za vetrno energijo) je ugotovilo, da prvič od leta 2007 inštalirana moč vetrnih elektrarn ni presegla katerekoli druge panoge za proizvodnjo električne energije. Združenje priznava, da bi zlahka lahko dosegli inštalirano moč plinskih elektrarn, ki so v letu 2010 inštalirale 28 GW moči ter prehitale celo sončne elektrarne z 12 GW inštalirane

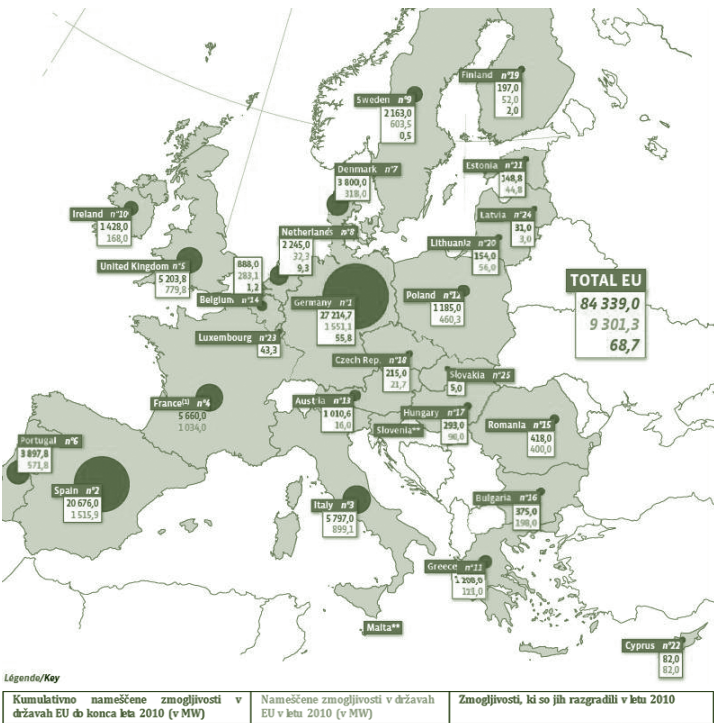
moči. Treba je poudariti, da enote inštalirane moči iz različnih enot za proizvodnjo električne energije ne proizvajajo enako količino električne energije (MWh). Na primer 1 MW plinske elektrarne proizvede več energije kot 1 MW vetrne elektrarne, ta pa več kot 1 MW sončne elektrarne.

Evropska unija se je v globalnem merilu utrdila na vrhu lestvice izgradnje vetrnih elektrarn na morju. V letu 2010 je pet članic EU inštaliralo za 1.139,3 MW novih proizvodnih zmogljivosti na morju (Tabela 3). Delež celotnega trga vetrne energije na morju se je v letu 2010 povečal za 12,2 %. Najbolj aktivna država je bila Velika Britanija, ki je inštalirala 653 MW moči vetrnic na morju. Tako imajo sedaj skupno inštalirano moč vetrnih elektrarn na morju 1.341,2 MW. Zgrajene so bile vetrne elektrarne Thanet (300 MW), Gunfleet Sands I in II (108 MW in 64,8 MW) in Robin Rigg (180 MW). Pri tem je Velika Britanija povečala svojo prednost pred Dansko, ki je v letu 2010 inštalirala 211 MW vetrnih elektrarn, in sicer Rodsand II (207 MW) ter zadnjo (3,6 MW) vetrno turbino na kmetiji Avedore ob morju, ki ima sedaj moč 872 MW. Tretja najbolj aktivna država je Belgija, ki je naročila 55 turbin s 165 MW, ki

Tabela 2: Inštalirana moč vetrnih elektrarn v Evropski uniji v letu 2010 (v MW)

Vir: EurObserv'ER 2011

	2009	2010	Inštalirana moč v 2010	Razgradnje v letu 2010
Nemčija	25.719,4	27.214,7	1.551,1	55,8
Španija	19.160,1	20.676,0	1.515,9	0,0
Italija	4.897,9	5.797,0	899,1	0,0
Francija	4.626,0	5.660,0	1.034,0	0,0
Velika Britanija	.424,0	5.203,8	779,8	0,0
Portugalska	3.326,	3.897,8	571,8	0,0
Danska	3.482,0	3.800,0	318,0	0,0
Nizozemska	2.222,0	2.245,0	32,3	0,0
Švedska	1.560,0	2.163,0	603,5	9,3
Irska	1.260,0	1.428,0	168,0	0,5
Grčija	1.087,0	1.208,0	121,0	0,0
Poljska	724,7	1.1 5,0	460,3	0,0
Avstrija	994,6	1.010,6	16,0	0 0
Belgija	606,1	888,0	283,1	1,2
Romunija	18,0	418,0	400,0	0,0
Bolgarija	177,0	375,0	198,0	0,0
Madžarska	203,0	293,0	90,0	0,0
Češka	193,3	215,0	21,7	0,0
Finska	147,0	197,0	52,0	2,0
Litva	98,0	154,0	56,0	,0
Estonija	104,0	148,8	44,8	0,0
Ciper	0,0	2,0	82,0	0,0
Luksemburg	43,3	43,3	0,0	0,0
Latvija	28,0	31,0	3,0	0,0
Slovaška	5,0	5,0	0,0	0,0
Slovenija	0,0	0,0	0,0	0,0
Malta	0,0	0,0	0,0	0,0
Skupaj EU	75.106,4	84.339,0	9.301,4	68,8



Vir: EurObserv'ER 2011

jih je inštalirala na 46 km obale Zeebrugge na kmetiji Belwind. Moč belgijskih vetrnih elektrarn na morju znaša 195 MW. Svoj delež je prispevala tudi Nemčija, ki je nadgradila vetrna polja Baltic 1 in Bard 1 s 108,3 MW in ima sedaj skupno inštalirano moč 180,3 MW. Potem je tu še Finska, ki je priključila na omrežje elektrarno Pori 1 (2,3 MW) in tako dvignila inštalirano moč vetrnih elektrarn na morju na 26 MW.

Ni presenetljivo, da je Nemčija še vedno vodilna evropska država v proizvodnji električne energije iz vetrnih elektrarn, ter da ji sledijo Španija, Italija, Francija in Velika Britanija. Edina sprememba je, da je Portugalska prevzela šesto mesto Danski ter jo potisnila na sedmo mesto. Vendar, če inštalirano moč ocenjujemo glede na prebivalstvo, je prva Danska z 686,6 kW na 1.000 prebivalcev, pred Španijo s 449,6 kW na 1.000 prebivalcev, Portugalsko s 366,4 kW na 1.000 prebivalcev in Nemčijo s 332,7 kW na 1.000 prebivalcev. Francija in Velika Britanija sta uvrščeni zelo nizko, in sicer na trinajsto mesto s 87,5 kW na 1.000 prebivalcev ter na petnajsto mesto s 83,9 kW na 1.000 prebivalcev.

V letu 2010 naj bi proizvodnja električne energije iz vetrnih elektrarn v Evropski uniji dosegla 147 TWh, kar je za 11,2 % več kot v letu 2009. Ta proizvodnja je glede na nameščene zmogljivosti majhna. Vzrok lahko iščemo v tem, da je bilo v Nemčiji, ki ima tretjino vseh zmogljivosti v Evropi, v tem letu zelo malo vetra. BWE (Nemško združenje za vetrno energijo) poroča, da je bilo leto 2010 najmanj vetrovno leto v Nemčiji v zadnjih 17 letih. Tudi Nizozemska je imela v letu 2010 slabši veter. Nasprotno je južna Evropa, kjer so bile klimatske razmere v letu 2010 za proizvodnjo vetrne energije ugodnejše od preteklih let. Še en razlog za slabšo proizvodnjo električne energije s pomočjo vetra v Evropi pa je, da so nekatere turbine morale zaradi preobremenjenega omrežja začasno izklapljati iz omrežja. Vprašanje je, kako zmogljiva so električna omrežja na severu Nemčije in v številnih italijanskih regijah. Za proizvodnjo električne energije bo na teh območjih v bodoče potrebno okrepiti električne vode. Evropski proizvajalci vetrnih turbin so zaskrbljeni zaradi zmanjšanja trga v uveljavljenih trgih vetrne energije (Španija,

Nemčija in Danska) in nekateri od njih nameravajo, če ne bo donosne rasti, celo zapreti svoje tovarne. Medtem ko na evropskem kopnem trgu zmanjkuje prostora za gradnjo vetrnih elektrarn, pa je gradnja na morju še v povojih. Proizvajalci kot so Siemens, Vestas in Repower so vzpostavili trdne temelje za gradnjo vetrnic na morju in Evropa bo v srednjeročni in dolgoročni prihodnosti najverjetneje zgradila največ vetrnih elektrarn. V skladu z nedavno opravljeno analizo trga, ki jo je izvedla institucija Emerging Energy Research, bi povečali v Evropi zmogljivost na morju na 45.000 MW do leta 2020, kar bi pomenilo pomemben svetovni delež. Po kratkoročni BTM raziskavi, ki je bila objavljena marca 2010, naj bi bilo do leta 2014 inštaliranih 15.598 MW vetrnih elektrarn na morju. Študija EWEA (Evropskega združenja za vetrno energijo) poudarja, da naj bi v Evropskih morjih zgradili 3.000 MW elektrarn, dobili pa naj bi dovoljenja že za 19.000 MW elektrarn. Drugi trend, ki ga naj bi upoštevali na trgu, je v prihodnosti izredno nizka cena zgrajenega MW vetrne elektrarne. Indeks cene vetrne turbine, ki ga je objavila po finančni analizi Bloomberg New Energy Finance indicates je 0,18 milijona evrov na MW vetrne turbine, ki je zelo nizek glede na 1,22 milijonov evrov na začetku leta 2009 ter 1,04 milijonov evrov na začetku leta 2011. Obstaja več razlogov za tako velik padec. Prvi je, da je trenutno povpraševanje za vetrnice dosti večje, kot pa jih je možno dobaviti in zaenkrat še nič ne kaže na obratno. Drugi je kopičenje kitajske industrije, ki zmanjšujejo cene. Tretji je, da je trg vetrne energije v rokah velikih investorjev (javne gospodarske službe, glavnimi dobavitelji energije in naftne družbe...), ki se lahko pogajajo v svojo korist saj izvedejo večina naročil.

Viri besedila: Povzeto po WIND POWER BAROMETER; EuroObserv'ER 2011

Ni presenetljivo, da je Nemčija še vedno vodilna evropska država v proizvodnji električne energije iz vetrnih elektrarn, ter da ji sledijo Španija, Italija, Francija in Velika Britanija.

Tabela 3: Inštalirana moč vetrnih elektrarn na morju v Evropski uniji (v MW)

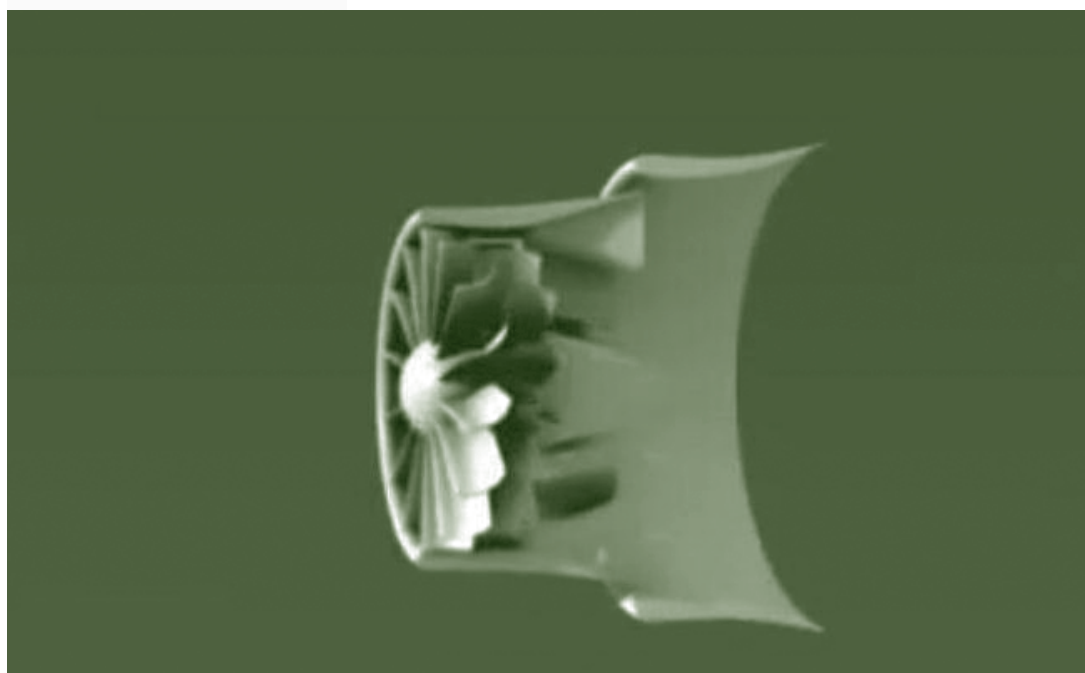
	2009
Velika Britanija	688,2
Danska	661,0
Nizozemska	246,8
Belgija	30,0
Nemčija	72,0
Švedska	163,7
Finska	24,0
Irska	25,2
Skupaj	1910,9
	2010
Velika Britanija	1341,2
Danska	872,0
Nizozemska	246,8
Belgija	195,0
Nemčija	180,3
Švedska	163,7
Finska	26,0
Irska	25,2
Skupaj	3050,2

Vir: EurObserv'ER 2011



red. prof. dr. Andrej PREDIN, Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko

»Manj je več« tudi na področju vetrnih turbin



Slika 1: Nov koncept vetrne turbine proizvajalca FloDesign

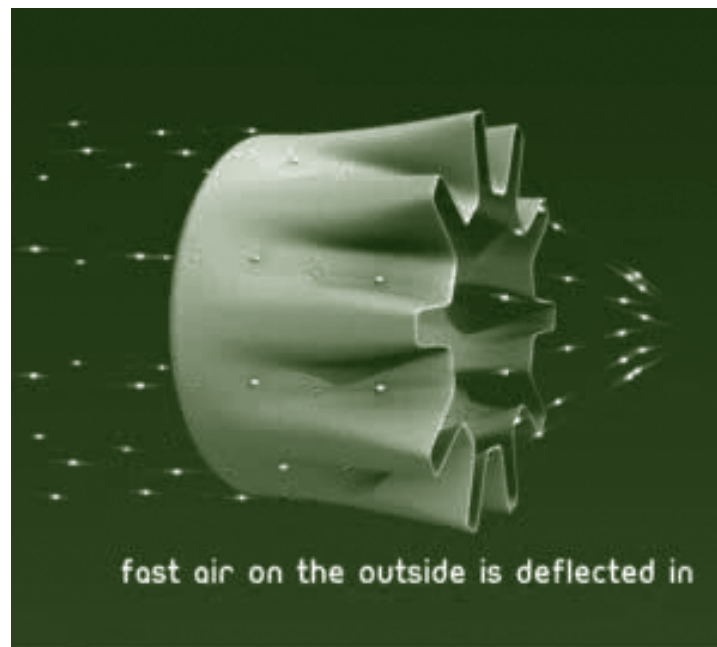
Zaradi oplaščenja se znižuje obratovalni hrup takšnih vetrnic, kar dodatno omogoča, da jih lahko postavljamo tudi bližje urbanim okoljem, ker so manj moteče od klasičnih. Velika prednost je tudi v dejstvu, da lahko zaradi manjših dimenzij obratujejo pri višjih hitrostih vetra, pri katerih je treba klasične vetrnice že zaustaviti.

Današnje komercialne izvedbe vetrnih turbin s horizontalno osjo postajajo vse večjih dimenzij in še vedno izkoriščajo slabih 50 % razpoložljivega vetrnega energetskega potenciala (Betzova limita – 0,593). Rotor takšnih vetrnih turbin se prosto vrti v toku zraka (vetra), tako da del le-tega odklanja iz rotorskih lopat v radialni smeri. Tvorijo se torej nekakšen »tokovni lijak«, pri katerem se del vetra izgublja oz. preusmerja mimo rotorskih lopat. Znano je, da se fluidni tok odkloni mimo ovire, ki jo v tem predstavlja vrteči se rotor z lopatami, ki tvorijo nekakšen rotirajoči disk. Če želimo povečati energetskega učinek, morajo naraščati dimenzije rotorja oz. rotorskih lopatic, višati se mora nosilni stolp, kar pomeni, da celotna konstrukcija postaja čedalje občutljivejša, še posebej v primeru velikih hitrosti vetra. Zaradi obremenitev se mora rotor vrteti z relativno nizkim številom vrtljajev. Zato je nemalokrat potreben prenos oz. sprememba števila vrtljajev med rotorjem vetrnice in rotorjem električnega generatorja. V tem primeru nastajajo dodatne

izgube v prenosih – reduktorjih. Res je, da so sodobni generatorji prirejani za obratovanje z nizkim številom vrtljajev, tako da se ta pomanjkljivost že odpravlja.

V zadnjem času prihaja tudi na področje vetrnih turbin znan rek iz avtomobilske industrije (manj je več). Tako z novimi, manjšimi motorji z notranjim zgorevanjem dosegajo večje

Slika 2: Princip delovanja in oblika difuzorja FloDesign vetrne turbine



moči ob hkratnem čistejšem izpuhu, torej z manj obremenilnega vpliva na okolje. Tovrstne nove vetrne turbine so večinoma oplaščene z difuzorjem, ki dodatno niža tlak toka za rotorjem. Na ta način se dosega večja tlačna razlika pred in za rotorjem in s tem seveda večja moč. Pri proizvajalcu »FloDesign« (Slika 1) navajajo, da lahko izkoriščajo 3-krat do 4-krat več vetrnega energetskega potenciala s svojo obliko turbine, ki je oplaščena, ima lopatični vodilnik pred vstopom na rotorske lopate, ki jih je po številu več. Zaradi manjših premerov rotorja (dimenzije) se lahko leta vrta z višjim številom vrtljajev brez bojzani glede preobremenitve (loma) materiala.

Oplaščenje (vodilnik) pa hkrati služi kot zvočna izolacija v radialni smeri. Vodilnik (difuzor) so pri tem proizvajalcu tudi inovativno skrajšali v aksialni smeri, kar je seveda zelo zaželeno predvsem z vidika teže in skupnih dimenzij takšne vetrne turbine. Razdeljen je na dva dela v aksialni smeri. Pri tem oblikovanju vodilnika so

fast air on the outside is deflected in

izkoristili dejstvo, da v kolikor se srečujeta dva toka, različna po smeri in hitrosti, se tvori vrtinec v tokovni sledi in tako navidezno podaljšuje difuzorski efekt vodilnika, s čimer se še dodatno znižuje tlak za rotorjem in s tem večja tlačna razlika, ki jo lahko energetske predela rotor (Slika 2).

Zaradi manjših dimenzij celotne izvedbe se problem transporta na mesto postavitve bistveno zniža, saj je namesto več velikih tovornjakov potreben en sam. To so dosegli s tem, da vetrnico v razstavljenemu stanju naložijo na tovornjak.

Naslednja velika prednost oplaščenih vetrnic manjših dimenzij je tudi v tem, da zaradi manjše skupne teže potrebujejo lažji steber. Znotraj polja, kjer izkoriščamo vetrni potencial, lahko zato postavimo več vetrnic. Te so lahko zaradi manjših dimenzij bliže druga drugi in druga za drugo (manjša vetrna oz. tokovna sled). Klasične vetrnice potrebujejo minimalni razmik okrog 10 premerov rotorja, pri teh oplaščenih je dovolj že 3 premere (in to manjše premere nove oblike vetrnice). Zaradi oplaščenja se znižuje tudi obratovalni hrup takšnih vetrnic, kar dodatno omogoča, da jih lahko postavljamo tudi bliže urbanim okoljem, ker so manj moteče od klasičnih. Velika prednost je tudi v dejstvu, da lahko zaradi manjših dimenzij obratujejo pri višjih hitrostih vetra, pri katerih je treba klasične vetrnice že zaustaviti (parkirati). Rotorske lopate niso več samo konzolno vpete na pesto rotorja, kot pri klasičnih izvedbah, ampak so vpete z dveh strani – tako na pestu, kot na zunanji (pokrovni) strani rotorja oz. na vrhu lopatic. Takšno vpetje lopatic pa omogoča večjo togost samega rotorja in s tem tudi večjo obratovalno varnost tudi pri velikih – orkanskih vetrovih.

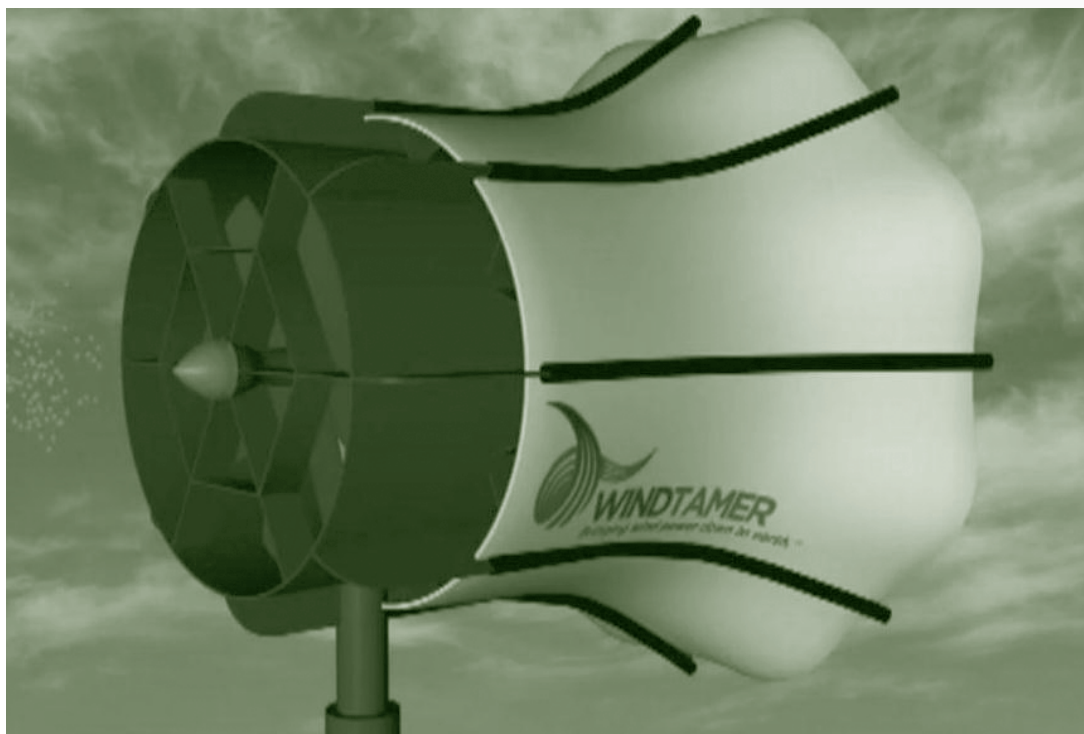
Naslednji predstavnik novih vetrnih turbin, podjetje WindTamer, je svojo vetrnico postavilo na istih fizikalnih osnovah, a z drugačno rešitvijo difuzorja oz. vodilnika okrog rotorskih lopat.

Opuščen je tudi lopatični vodilnik pred rotorjem (Slika 3).

Tudi na naši Fakulteti za energetiko smo razvili vetrnico oplaščenega tipa (Slika 4). Uporabljeni so vsi učinki oz. vse dobre strani difuzorja, naredili pa smo še korak dlje. Skonstruirali smo vernico s tremi stopnjami oz. namestili

v obroč, kar povečuje celotno togost izvedbe in omogoča obratovanje tudi pri višjih hitrostih vetra.

Predstavljeni koncepti potrjujejo dejstvo, zapisano v naslovu: manj je več. Tudi pri vetrnicah je enako kot v avtomobilski industriji. Pri proizvodnji sodobnih motorjev z notranjim zgoreva-



Slika 3: Oplaščena vetrna turbina proizvajalca WindTamer

tri rotorje drugega za drugim, s čimer smo dosegli postopno izkoriščanje vetrne energije od najnižjih pa do zelo visokih hitrosti vetra (tudi do 45 m/s). Izvedba je še v testni fazi, pripravljamo dokumentacijo za patentno zaščito koncepta in tudi izvedbe regulacije vetrne turbine.

Zelo zanimiv koncept, ki ne sodi med oplaščene izvedbe, pa je vendarle manjših dimenzij, je koncept podjetja Gedayc. Njihova vetrnica bazira na popolnoma drugačni – inovativni geometriji rotorja oz. rotorskih lopatic vetrnice (Slika 5). Izkoristili so dejstvo, da so najvišji energetski doprinosi na večjih premerih in manj v središču vetrnice, kjer je praviloma postavljen generator. Lopate vetrnice so oblikovane tako, da koristijo tok vetra na maksimalnih premerih rotorja vetrnice. Lopate so zato vpete

njem so uspeli z nižjimi gibnimi prostorninami doseči večjo moč oz. boljši izkoristek in ob tem še nižje izpuste škodljivih plinov v okolje. Tudi pri predstavljenih konceptih novih manjših vetrnic lahko ugotovimo nižji vpliv na okolje, saj so manjše, tišje in energetske učinkovitejše od današnjih klasičnih izvedb. Tudi razvoj vetrnic z vertikalno postavljenjo osjo vrtenja gredo v to smer.

Viri besedila:

<http://www.fdw.com/>, 4.3.2012, 8:25

<http://aristapower.com/wind/our-systems/windtamer-4-5-gt/>, 4.3.2012, 8:26

A. Predin: *The alternatives of utilization of renewable energy sources*, ENRE2011, Slovenija, Terme Čatež, 2011

<http://www.gedayc.com/en>

Slika 4: Oplaščena izvedba AVT-01



Slika 5: Izvedba podjetja Gedayc





Lidija Stvarnik, univ. dipl. ekon., KSSENA

Ravne 1 - prva vetrna elektrarna na Hrvaškem

Na Hrvaškem imajo trenutno postavljenih sedem vetrnih elektrarn, so pa njihovi načrti za prihodnost zelo optimistični. Prvo vetrno elektrarno na Hrvaškem je leta 2005 postavila hrvaška družba Adria Wind Power, poimenovali pa so jo Ravne 1.

Kljub temu da se je Hrvaška gradnje vetrnih elektrarn lotila precej resno, po uradnih statistikah še ne predstavljajo pomembnega deleža v proizvodnji električne energije. Le odstotek porabljene električne energije je proizveden iz obnovljivih virov, od tega četrtnina iz energije vetra, 61 odstotkov v malih hidroelektrarnah in 14 odstotkov iz biomase (podatki državnega elektrogospodarstva), vendar se bodo ta razmerja že kmalu spremenila.

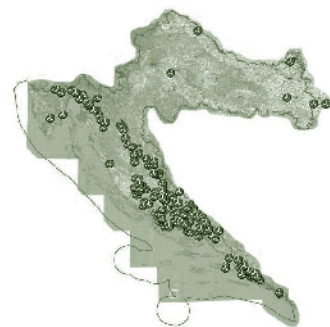
Na Hrvaškem imajo danes (februar 2012) sedem območij ozi-



Slika 1: VE v pogonu

roma vetrnih elektrarn (skupne moči 114,75 MW), so pa načrti veliko smeješji. Po projekcijah bo v prihodnosti takih območij vsaj 130, skupna moč elektrarn pa več kot 6.400 MW. Večina jih bo ob morski obali, le manjši del v notranjosti države, povprečna vetrna elektrarna na Hrvaškem pa naj bi imela moč 50 MW. Veter bo, če bodo te načrte uresničili, daleč na prvem mestu med vsemi obnovljivimi viri energije.

Investitor, hrvaška družba Adria Wind Power, je nad paškimi solinami, v kraju Ravna, leta 2005 postavil prvo vetrno elektrarno na Hrvaškem, in sicer skupne moči 5,95 MW. Investicija celotnega projekta je znašala 6,5 milijona evrov. Na lokaciji postavitve so dolgoročne meritve vetra pokazale, da je povprečna hitrost vetra 6,4 m/s, kar je bil dober pokazatelj, saj je minimalna priporočena hitrost vetra za ekonomsko izkoriščanje vetra 5,5 m/s. Dolgoročne meritve vzdolž Jadranske obale pa so pokazale, da je na tem področju povprečna proizvodna kapaciteta med 2.000 in 2.400 ur na inštalirani MW. Za projekt VE Ravne 1 je bila letna proizvodnja električne energije ocenjena na 14.000 MWh, kar predstavlja 2.353 ur na inštalirani MW. Sistem VE Ravna 1 je sestavljen iz sedmih posameznih vetrnih



Slika 2: Načrtovane VE

turbin moči 850 kW, proizvajalca Vestas z Danske. Pot od meritev potenciala vetra na tej lokaciji, pridobivanja potrebnih dokumentov ter dovoljenj do postavitve vetrne elektrarne, je trajala več kot pet let. Montaža na lokaciji pa je glede na to, da so bili vsi sestavni deli predhodno izdelani v tovarni, trajala samo nekaj dni (izkop in postavitve temelja, izkop in polaganje kablov, postavitve stebra, montaža vetrne turbine itd.). Postavljena konstrukcija je bila projektirana tako, da bo kos tudi zelo močnim sunkom vetra, do katerih na tem območju občasno tudi prihaja.

Teža posamezne vetrnice znaša 83 ton, višina stebra je 47 metrov. Posamezna elisa, ki je izdelana iz steklenih vlaken, v dolžino meri 25,3 metra, premer rotorja pa znaša 52 metrov ter zajema 2.124 m² zraka. Hitrost vrtenja se giblje med 14 in 31,4 obrati na minuto.

Organizacija Adria Wind Power dnevno s pomočjo daljinskega upravljanja spremlja in regulira delovanje oz. nedelovanje vetrnih turbin. V vsakem trenutku ima dostop do podatkov o proizvodnji električne energije oz. ves čas izvaja monitoring, nadzor in upravljanje z vetrno elektrarno. Proizvodnja električne energije v prvem letu obratovanja elektrarne, leta

Proizvodnja električne energije leta 2005, v prvem letu obratovanja elektrarne, je bila 9.486,97 MWh, leta 2007 pa je bila proizvodnja 7.400,00 MWh.



Slika 3: Splošna slika vetrnice
vir: <http://adriawindpower.hr>

2005, je bila 9.486,97 MWh, leta 2007 pa je bila proizvodnja 7.400,00 MWh. Leto 2007 je tudi zadnje leto, za katero je bilo možno v tem trenutku pridobiti uradne podatke o letni proizvodnji. Če pretvorimo MWh v proizvodno kapaciteto v urah, je bila ta 1.594 ur leta 2005, leta 2007 pa 1.244 ur. Dejanska letna proizvodnja zelo odstopa od predvidene pred postavitvijo vetrne elektrarne, uradnega odgovora, zakaj je do tega prišlo, pa nam žal ni uspelo pridobiti. Hrvaška od julija 2007 spodbuja vlaganja v izkoriščanje obnovljivih virov energije v obliki »feed-in« tarif (subencioniran odkup). Za vsako kWh proizvedene električne energije iz obnovljivih virov (in kogeneracije), država jamči zagotovljeno »feed-in« tarifo za obdobje dvanajstih let. Višina tarife, ki se iz leta v leto spreminja, je odvisna od vrste elektrarne oz. obnovljivega vira in pa od višine inštalirane moči posamezne elektrarne.

Kakor trdijo na Hrvaškem, je zanimanje investitorjev za izgradnjo vetrnih elektrarn zelo veliko, kljub temu da je pot do zagona vetrnih elektrarn na Hrvaškem tako kot drugod birokratsko zapletena in predvsem precej dolga – v nekaterih primerih celo osem let. Poleg investitorjev si od njih finančno korist obetajo tudi lokalne skupnosti, zato večjega nasprotovanja gradnji ni.

Viri besedila:

<http://delo.si>

<http://adriawindpower.hr>

<http://oie.mingorp.hr>



Slika 4: Vetrnica Ravne 1.

Uroš Cerkovnik, univ. dipl. inž. el.

Energetsko samozadostna ulična svetilka (ESUS)



Slika 1: Energetsko samozadostna ulična svetilka

Energija vetra je ena od posrednih oblik sončne energije. Zaradi rotiranja Zemlje in razgibanosti njenega površja se Zemlja ogreva neenakomerno. Nastajajo območja z različno temperaturo, to pa oblikuje območja neenakih tlakov. Tlak višjega potenciala se poskuša izenačiti s tlakom z nižjim potencialom in nastane gibanje zračne mase, čemur pravimo veter. Takšen tok zraka lahko učinkovito uporabljamo tudi za proizvodnjo električne energije s pomočjo vetrnih turbin. Vetrne turbine pretvarjajo kinetično energijo vetra v mehansko moč. Mehansko energijo lahko potem pretvarjamo s pomočjo generatorja v električno energijo.

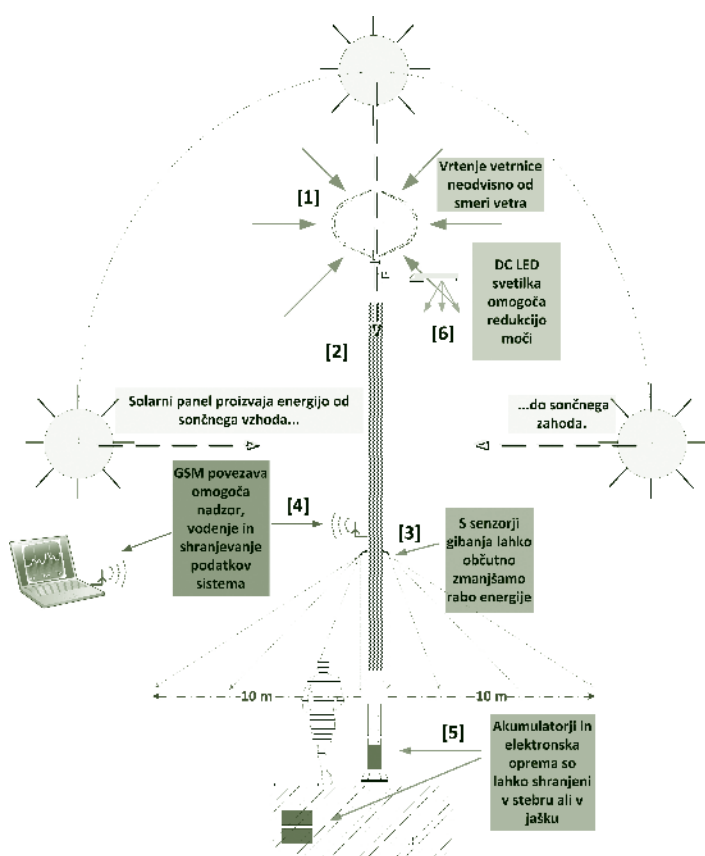
V MO Velenje sta postavljeni dve energetsko samozadostni ulični svetilki (ESUS), ki

izkoriščata sončno in vetrno energijo za proizvodnjo električne energije. Prvi sistem se nahaja v neposredni bližini Velenjskega jezera pri Avtokampu Jezero in je namenjen osvetljevanju peš poti, drugi sistem pa je lociran v bližini krožišča med Koroško cesto in Cesto Simona Blatnika. Tam je svetilka namenjena za osvetljevanje peš poti in deloma tudi prehoda za pešce. Lokaciji postavitve smo izbrali skrbno, z upoštevanjem analize osončenosti lokacije in glede na vpliv objektov, ki motijo vetrovne tokove.

Zaradi svoje edinstvene sestave je ESUS patentirana. Patentna prijava je bila vložena na Urad za intelektualno lastnino 24. 2. 2011 in velja 20 let od datuma vložitve patentne prijave, ki nosi številko P201100055



V MO Velenje sta postavljeni dve energetsko samozadostni ulični svetilki (ESUS), ki izkoriščata sončno in vetrno energijo za proizvodnjo električne energije.

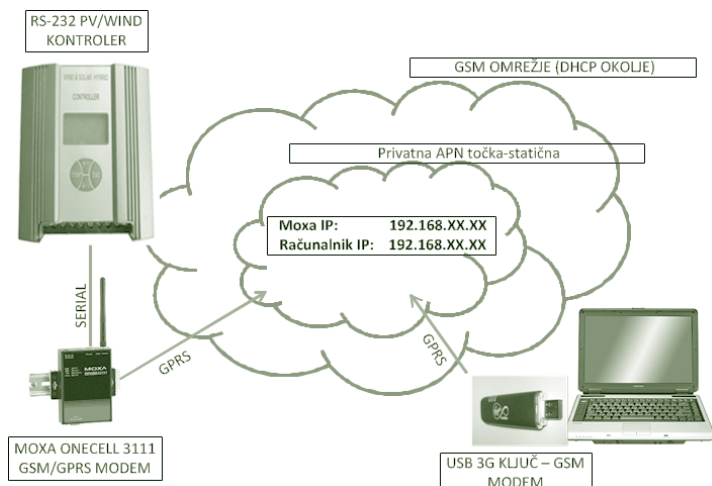


Slika 2: Skica energetskega sistema ulične svetilke z opisom sestavnih delov

- univ. dipl. inž. el. Cerkovnik Uroš.

ESUS ima vetrno turbino z vertikalno osjo, ki deluje na principu Darrieusovega in Savoniusovega rotorja (Slika 2 oznaka [1]). Kombiniran rotor nam omogoča večji doprinos energije pri nižjih vetrovih. Savoniusov rotor zaradi razlik sil upora prične delovati že pri vetrovih okoli 1 m/s in s tem prične vrteti rotor. Na ta način ustvari pogoje za lažji zagon vetrnice, ki v nadaljevanju deluje po principu vzgona. Vetrnica se prične vrteti pri 1 m/s. Koristno energijo prične proizvajati pri 3 m/s, njena nazivna moč znaša

Slika 3: Prikaz sistema komunikacije



400 W pri hitrosti vetra 12 m/s. Pomemben del doprinosa energije ima fleksibilni amorfni solarni generator, ki izkorišča energijo sončnih žarkov od vzhoda do zahoda sonca (slika 2 oznaka [2]). Ker je celoten sončni panel ovit oziroma integriran v steber ("kandelaber"), omogočamo s tem tudi do 50 % boljše izkoriščanje energije skozi celotni dnevni azimut sonca v primerjavi s solarnimi svetilkami, ki uporabljajo klasični togi monokristalni ali polikristalni solarni panel nasajen na vrhu stebra javne razsvetljave.

Velika prednost ESUS je uporaba pasivnih infrardečih senzorjev gibanja (PIR), ki prepoznajo premikajoče se osebe in predmete ter se odzivajo na spremembe toplote (infrardeča tehnologija) do razdalje 10 m (Slika 2 oznaka [3]). Namen senzorjev gibanja omogoča zmanjševanje rabe energije v primeru, ko v bližini ni pešcev. Svetilka z uporabo senzorjev deluje v dveh režimih. V prvem režimu deluje svetilka v celotnem nočnem času s 40 % intenziteto svetlosti, v primeru zaznanega gibanja sveti s 100 % močjo. Čas 100 % moči svetilke je nastavljen in lahko traja 15 s, 30 s, 60 s in 180 s. V drugem režimu svetilka v celotnem nočnem času ne deluje, oziroma deluje samo v primerih, ko je zaznano gibanje. Tudi v tem primeru je čas osvetljevanja nastavljen. Metodo vklopa in izklopa svetilke ob zaznavanju pešcev in predmetov smo razvili izključno zaradi zmanjšanja rabe energije. S tem se izognemo osvetljevanju okolice, ko to ni potrebno. Način je primeren ob manj frekventnih peš poteh, parkiriščih itd.

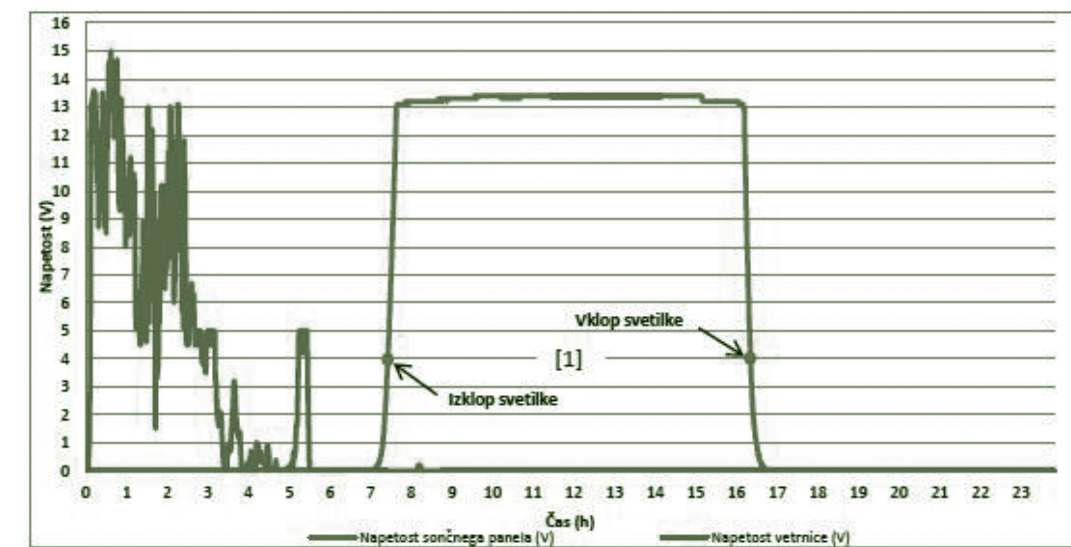
Zmanjšanje rabe energije pa lahko dosežemo tudi z uporabo scenarijev delovanja sistema, ki jih omogoča krmilna enota. Krmilna enota je ključni element sistema oziroma so to možgani sistema. Omogoča veliko funkcij, med drugim pravilno polnjenje akumulatorjev, prepoznavanje napeto-

stnega nivoja dnevne svetlobe na solarnem panelu, zaradi katerega vključi svetilko, ko se stemni, oziroma jo izključi, ko se zdani. S krmilno enoto lahko spremljamo ter vodimo sistem in shranjujemo podatke preko serijske povezave RS232 in programske opreme. Za ta namen ESUS vsebuje inovativno rešitev, ki omogoča prenos podatkov na daljavo preko GSM omrežja (slika 3). Znani slovenski mobilni operater nam je omogočil zasebno APN (Access Point Name) točko, v katero so registrirali M2M (Machine to Machine) SIM kartici in jima dodelili statična IP naslova. Računalnik v omrežju nastopa z IP naslovom SIM kartice, ki je priključena na računalnik preko posebnega GSM USB ključka. Registracijo v APN omogoča tudi GSM vmesnik na lokaciji, tako da sta na takšen način obe napravi registrirani v isto lokalno omrežje s statičnima IP naslovoma. To pomeni, da je struktura njunih IP naslovov 192.168.XX.XX. To je ekvivalentno domačemu mrežnemu usmerjevalniku, le da namesto ožičenih povezav med domačimi napravami tukaj uporabljamo GSM omrežje. Za lažje razumevanje je delovanje sistema predstavljeno na sliki 3 in na sliki 2 (oznaka [4]).

Za osvetljevanje okolice ima sistem nameščeno LED ulično svetilko, ki je bila izdelana izključno za področje ulične javne razsvetljave, ki uporablja za delovanje zeleno energijo in enosmerno napetost. Svetilka ustreza tudi Uredbi mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja in je prikazana na sliki 2 (oznaka [6]). Proizvedena energija se shranjuje v GEL akumulatorskih baterijah. Te so lahko nameščene zaradi elektrolita v obliki gela pokončno v stebru ali pa v vodoodpornem jašku, kot je prikazano na sliki 2 (oznaka [5]).

Na sliki 4 je prikazan primer napetostnega poteka za vetrni generator in solarni generator. Napetostni potek prvega prikazuje razgibana krivulja. Razvidno je

generiranje napetosti v času od 24. ure do 6. ure zaradi vetrovnega vremena. Po tem času napetostni nivo pade na nič, kar je posledica brezvetrja. Krivulja napetosti solarnega generatorja narašča z intenziteto svetlobe. Iz slike je razvidno povečanje napetosti ob sedmi uri zjutraj, torej ob sončnem vzhodu, in nato v približno pol ure naraste na napetost okoli 13 V. Solarni panel je napetostno zelo stabilen, saj ostane na približno istem napetostnem nivoju ves dan. Zaradi tega smo ga uporabili namesto foto celice in z njim določil napetostni nivo, ob katerem se svetilka vključi in izključi (Slika 4 oznaka [1]). Iz slike vidimo, da je bila meritev napetosti sončnega panela izvedena v zimskem času (sončni zahod ob 17. uri). Primer ESUS je prvi tovrstni projekt, ki omogoča dvojno



izkoriščanje OVE in ga je izvedlo velenjsko podjetje SCR, d. o. o. (www.scr.si; www.esus.si), v sodelovanju z Energetsko agencijo KSENA (evropski projekt MOVE), MO Velenje ter podjetjem PV Invest, d. o. o.. Prav povečanje deleža OVE in

vse višje cene električne energije pa nas bodo prisilile v hitrejši razvoj tovrstnih tehnologij in uporabo energetske samozadostnih svetilk.

Slika 4: Celodnevni potek napetosti za solarni in vetrni generator

Lidija Stvarnik, univ. dipl. ekon., KSENA

Projekt Euronet 50/50

Z začetkom novega šolskega leta 2011/2012 se je začelo drugo leto izvajanja projektnih aktivnosti v šolah, članicah slovenske mreže Euronet 50/50. Te šole tudi v drugem letu izvajanja projekta ostajajo enake: OŠ Antona Aškercja Velenje, OŠ Šalek Velenje, OŠ Mihe Pintarja Toleda Velenje, OŠ Šmartno pri Slovenj Gradcu in OŠ Frana Roša Celje.

Šole oz. vodje energetske skupin so tudi za drugo leto izvajanja projekta prejele izobraževalne pakete, ki med drugim vsebujejo navodila za izvajanje projekta korak za korakom. Tri šole so se odločile, da bodo v novem šolskem letu projekt izvajale z isto energetske skupino kot lani, dve pa sta se odločili, da bosta v drugem letu začeli delati z novo energetske skupino in tako morebiti prišle do novih in svežih spoznanj oz. predlogov na področju varčevanja z energijo na šoli. Cilj projekta ostaja enak – varčevanje z energijo oz. učinkovita raba energije. Vse šole, ki sodelujejo v projektu, so prejele tudi določena sredstva, ki so jih porabile za učinkovitejše varčevanje z energijo na šolah. Večina šol se je odločila za nakup termostatskih

ventilov in termostatskih glav. Tako bodo lahko z relativno nizkim denarnim vložkom dosegli dokaj visok prihranek. V začetni fazi je trenutno organizacija dogodkov na šolah, saj bomo uspešno izvajanje projekta zaključili s slavnostnimi dogodki, na katerih bodo člani energetske skupine med drugim predstavili tudi glavne ugotovitve, do katerih so v fazi izvajanja prišli. Seveda bodo predstavili tudi glavne ukrepe, ki jih mora šola izvesti, da bo lahko še dodatno prihranila pri rabi električne energije, rabi energije za ogrevanje in pa tudi pri rabi vode. Učenci oz. člani energetske skupin so na vseh šolah prišli do enake in hkrati ključne ugotovitve, da so skoraj vsi prostori na šolah pretopli – bodisi zaradi neustreznih in zastarelih radiatorskih ventilov

bodisi zaradi neozaveščenosti ali pa morda zaradi neustrezne regulacije oz. razporeditve vej glavnega ogrevalnega sistema.



Učenci oz. člani energetske skupin na vseh šolah so prišli do enake in hkrati ključne ugotovitve: skoraj vsi prostori na šolah so pretopli.

Sašo Mozgan, univ. dipl. inž. str., KSSENA

Povezovanje v grozde kot možnost za krepitev zelenih energetskega storitev

V Sloveniji obstaja kar nekaj grozdov, ki so na področju svojega delovanja bolj ali manj uspešni. Večina je bila ustanovljenih po letu 2000, ko je vlada s svojimi spodbudami aktivirala povezovanje podjetij, s čimer so želeli okrepiti tržno dejavnost na domačih in tujih trgih.

Tudi na področju energetskih storitev je ustanovljenih nekaj grozdov in združenj, ki želijo s povezovanjem svojih aktivnosti na trgu doseči vidnejšo vlogo. V okviru projekta Prometheus želimo poiskati podjetja s področja zelenih energetskih storitev (ZES) in jih povezati v grozd. Tako bi tudi področje ZES imelo močan in sistematično urejen položaj. Seveda je potrebno upoštevati dejstvo, da je grozd kompleksen sistem povezanih članov. Med temi so podjetja, univerze, raziskovalno razvojne institucije, laboratoriji, združenja in drugi deležniki. S povezovanjem in združevanjem dosegajo boljše poslovne priložnosti, prenos znanj je učinkovitejši, dostop do informacij boljši, pomembni so tudi skupni marketing in sinergijski učinki med člani. Pri formaciji novega groz-

da želimo upoštevati tako pozitivne kot negativne izkušnje predhodno nastalih grozdov, ki so se oblikovali na različnih področjih. Tako smo ugotovili, da grozdi v Sloveniji nimajo zelo močne geografske koncentracije, saj so člani razpršeni po celotnem območju Slovenije. Predvsem med podjetji so vezi šibke, zato bi povezovanje prineslo veliko prednosti. Po dosedanjih izkušnjah se večina aktivnosti odvija na relaciji med članom in menedžmentom grozda. Prav tako je izpostavljen vpliv kritične mase vključenih članov, ki niso dosegli zelenega nivoja in je bilo zaradi tega delovanje grozda okrnjeno. Zelo pomemben dejavnik pri formaciji grozdov je dobro razvit sistem financiranja, ki mora biti jasno določen in skladen z vlogami posameznih članov v grozdu. Tako naj bi bil učinkovit

sistem sofinanciranja razvoja grozda razdeljen na dva glavna segmenta, ki morata biti ločena, in sicer na sofinanciranje razvoja projektov in sofinanciranje menedžmenta grozda, ki vodi skupne aktivnosti. Celotno sofinanciranje mora biti jasno določeno in časovno omejeno – z ločenima časovnima načrtoma.

Z namero o ustanovitvi grozda, ki bo povezoval ZES, želimo na osnovi predhodno ustanovljenih grozdov oblikovati nov grozd, ki bo združil in okrepil položaj slovenskih ponudnikov ZES na domačem in tujem trgu. Naše izhodišče bo povečanje sodelovanja z nosilci znanja, ponudba obsežnejših in tehnološko dovršenih storitev ter nenazadnje pridobivanje državnih in evropskih sredstev za razvoj specifičnih projektov.

Sašo Mozgan, univ. dipl. inž. str., KSSENA

Seminarji OVE in URE izvedeni v Velenju

V decembru 2011 sta bila v Velenju dva seminarja v okviru izobraževalnih vsebin projekta MOVE (Operativni program Slovenija–Avstrija 2007-2013, Cilj 3, Evropsko teritorialno sodelovanje).

Na prvemu seminarju se je 7. decembra v organizaciji Zavoda KSSENA v Vili Bianci zbralo 33 udeležencev. Naslov seminarja je bil Energetska oskrba – daljinski sistemi ogrevanja in hlajenja. Med udeleženci so bili predstavniki podjetij in občin, projektanti, energetski svetovalci ter drugi zainteresirani.

Na brezplačnem seminarju je bilo poleg primerov dobrih praks predstavljeno tudi, kako lahko z daljinskim ogrevanjem (DO) učinkovito gospodarimo,

kakšna je ustrezna cenovna politika DO, kakšne so izkušnje pri delovanju prvega sistema daljinskega hlajenja v Sloveniji, kako izvesti projekt mikro sistema na daljinsko ogrevanje z lesno biomaso, katere so sodobne tehnologije integracije solarnih termalnih sistemov v omrežje DO, katere so sodobne tehnologije na področju sproizvodnje toplotne in električne energije, na kakšen način lahko posodobimo sistem DO v mestu itd. Na konferenci so sode-

lovali predstavniki različnih organizacij – strokovnjaki s področja energetike. Predstavili so naslednje prispevke: Daljinsko ogrevanje – usmeritve za prihodnost velikih sistemov, Miran Zager (KP Velenje, Inštitut DE Velenje in Grozd DE Slovenije); Daljinsko hlajenje: Primer dobre prakse MO Velenje, Gregor Cvet (KP Velenje, PE Energetika); Mikro daljinski sistemi oskrbe s toploto in ključni dejavniki pri načrtovanju mikro sistemov DOLB, David Špeh

(Biomasa, d.o.o.); Integracija solarnih termalnih sistemov v omrežje daljinskega ogrevanja, Marko Krajnc (Energetika Vransko, d.o.o.); Soproizvodnja toplotne in električne energije, Matevž Čokl (Energen, d.o.o.) in Posodobitev sistema daljinskega ogrevanja mesta in gospodarsko zaokroženega kompleksa, Miran Fužir (Petrol energetika, d.o.o.).

Drugi dogodek, ki je prav tako potekal v okviru projekta MOVE, pa je bil seminar na temo energetskega upravljanja v zgradbah. Seminar je 15. decembra 2011 organiziral projektni partner Enerress.

Zanimivih predavanj o energetskega upravljanja se je udeležilo 37 udeležencev. Na seminarju so bila predstavljena vsa glavna področja energetskega upravljanja: Naloge energetskega menedžerja v občinah in javnih ustanovah, Adesco, d. o. o.; Programska oprema za energetskega knjigovodstvo in ener-



getsko upravljanje stavb Daljinski energetskega Manager, Atei, d. o. o. in Adesco, d. o. o.; Javna razsvetljava: koncesija, pogodbeno zagotavljanje prihrankov – pasti in priložnosti, Adesco, d. o. o. in Nova tehnologija pri varčevanju z električno energijo, Eko Ideja, d. o. o.

Po predstavitev so predavatelji tudi odgovarjali na zastavljena

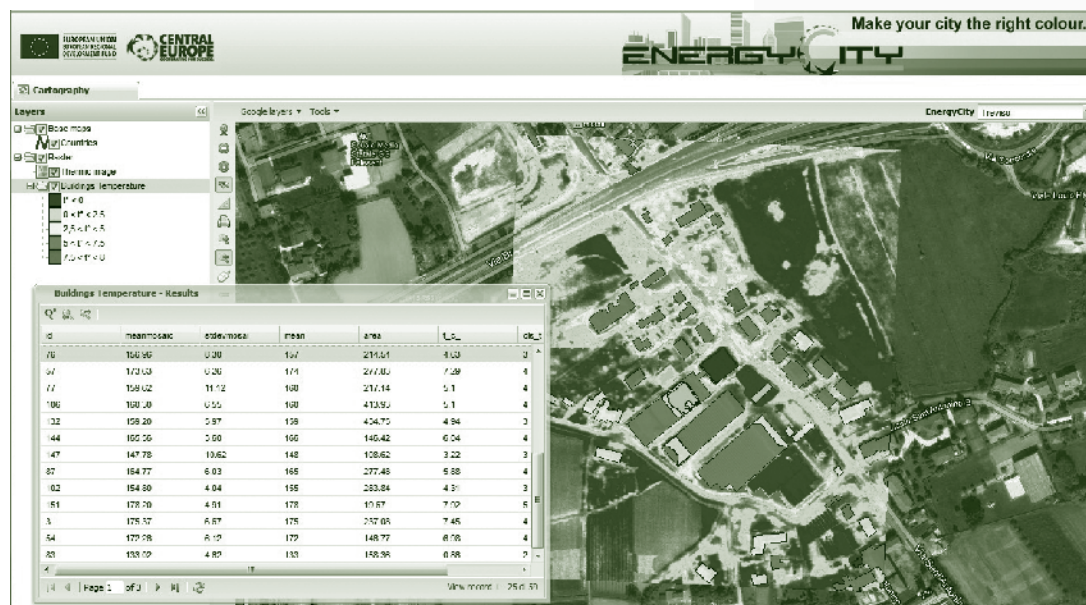
vprašanja.

Na obeh seminarjih so si udeleženci v zanimivi razpravi izmenjali številne izkušnje in mnenja. Seminarja sta predstavila predvsem bogate izkušnje predavateljev na predstavljenih področjih in tako nedvomno okrepila možnosti za razvoj URE in OVE.

Gregor Tepež, univ. dipl. inž. str., KSSENA

EnergyCity, aktivnosti v okviru projekta

V obdobju od projektnega sestanka v Debrecenu potekajo glavne aktivnosti v okviru projekta EnergyCity na področju diseminacije projekta ter usklajevanja različnih formatov digitalnih podatkov o površini testnih področij. V želji pripraviti program za čim enostavnejšo uporabo ter ga tako približati širši publiki, je potrebno vse podatke transformirati v obliko, ki jo podpira tudi programsko orodje »Google Earth«. V tej fazi se pojavlja kar nekaj težav, predvsem v zvezi z usklajevanjem koordinatnih sistemov posameznih držav oziroma projektnih partnerjev. Prihaja namreč do zamikov v prikazu zgradb in s tem do nejasnosti pri končni uporabi programa. Podatke obdeluje projektna skupine Univerze v Bologni. Podjetje Infracom iz Italije pa je zadolženo,



da na osnovi podatkov pripravi testno programsko orodje za prikaz energetskega stanja za vsa testna območja. Podatki za projektno mesto Treviso so že

obdelani, potrebno pa je uskladiti še podatke za preostalih šestih testnih območij.

Slika 1: Predstavitev delovanja programa DSS (Decision support system)



doc. dr. Peter Vrtič

Projekt Enerscapes

Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko sodeluje kot partner v projektu Enerscapes, ki ga delno financira Evropska unija (sklad za regionalni razvoj).

O projektu:

Povečana raba obnovljivih virov energije (OVE) vodi do novih spoznanj o njihovi združljivosti s politiko ohranjanja krajine in kulturne dediščine. V okviru projekta želimo raziskati in oceniti vplive, ki bi jih lahko povzročilo neorganizirano širjenje OVE na območju Sredozemlja.

S povezovanjem energetskega in prostorskega načrtovanja bodo partnerji obravnavali

primerne strategije z vidika ekologije, krajine in dediščine ter sodelovali pri oblikovanju spodbujevalnih politik OVE.

Cilji projekta :

Z določanjem skupnega izhodišča in na podlagi najboljših praks ter rešitev so cilji projekta opredelitev oziroma določitev metode ocenjevanja in skupnih pravil pri umeščanju OVE v prostor z vidika varovanja okolja in videza pokrajine.

Namen projekta:

- zagotoviti široko in uravnoteženo geografsko pokritost,
 - ustvariti izhodišča za nacionalne in regionalne postopke pri vpeljavi OVE,
 - opredeliti skupne metode na področju vpeljave OVE v območju Sredozemlja.
- Vabimo vas, da si preberete več o projektu na spletni strani: <http://www.enerscapes.eu/>.



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND



Univerza v Mariboru



Fakulteta za energetiko

enerscapes
Territory, Landscape & Renewable Energy



nagradna igra

Nagradno vprašanje

Pravilen odgovor na vprašanje, zastavljeno v prejšnji številki glasila Sinenergija, je »B: »Samsø«. Samsø je danski otok, ki ga poimenujejo tudi kot »Otok obnovljive energije«.

Izmed prejetih pravih odgovorov smo izžrebali gospoda **Roberta Sterkuša** iz Slovenske Bistrice. Prejel bo majico z napisom KSSENA.

Če boste pravilno odgovorili na novo nagradno vprašanje, ste

NAGRADNO VPRAŠANJE

Koliko lahko teoretično največ vetrne energije pretvori vetrna turbina v električno energijo?

A 100%

B 59%

lahko dobitnik majice z napisom KSSENA. Izžrebali bomo enega nagrajenca oziroma nagrajenko.

Odgovore pošljite na naslov: KSSENA, Koroška 37 a, 3320 Velenje, s pripisom »Nagradna igra – Sinenergija« ali po e-pošti na nedisa.trumic@kssena.venenje.eu (predmet sporočila: »Nagradna igra – Sinenergija«).



KSSENA

Zavod Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško
Energy Agency of Savinjska, Šaleška and Koroška Region
Koroška 37a / SI-3320 Velenje / Slovenija

Ime publikacije:

SINENERGIJA

Letnik 2012, št. 1, februar 2012

Publikacijo izdaja:

Zavod Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško (KSSENA)

Naslov izdajatelja:

Koroška 37 a, 3320 Velenje

Kontaktne podatke izdajatelja:

telefon: 03 896 15 20

faks: 03 896 15 22

e-pošta: info@kssena.venenje.euspletni naslov: www.kssena.si

Uredniški odbor:

Boštjan Krajnc, Nedisa Trumić,

Gregor Tepež, Gregor Podvratnik, Sašo

Mozgan, Lidija Stvarnik,

Celostna grafična podoba:

OPA: celica

Prelom in oblikovanje:

IDEA : Idejnaagencija

Tisk:

TAMPOTISK, Boris Niegelhell, s.p.,

Velenje

Št. izvodov: 5000

ISSN 1855-3583

ISSN za splet: 1855-3591

© Zavod Energetska agencija za Savinjsko, Šaleško in Koroško

Projekt je sofinanciran s strani ustanoviteljev KSSENA: Mestna občina Velenje, Mestna občina Celje, Mestna občina Slovenj Gradec ter Komunalno podjetje Velenje

Publikacija in ostale informacije so na voljo na spletnem naslovu: www.kssena.si v rubriki O nas, Sinenergija.



Fotografija na naslovnici:

Vir: arhiv Kssena
Veterna elektrarna Ravne I.