

ANALIZA STANJA I MOGUĆNOSTI IZGRADNJE VJETROELEKTRANA (1)

Iskorištavanje energije vjetra

U posljednjim godinama 20. stoljeća pojačano je zanimanje stručnjaka, ali i običnih korisnika svih energenata, za mogućnost uporabe alternativnih goriva: vjetra, sunca, vodika, biodizela i sl. U Hrvatskoj su se u devedesetim godinama vodile brojne rasprave na stručnoj razini i u mnogim ekološkim udrugama, ali i u krugovima gospodarstvenika, i te su se rasprave rasplamsale sve do početka rata kada su mnoge dobre ideje pomalo potisnute i zaboravljene. U tih je petnaestak godina Europa razvila brojne ideje o korisnosti obnovljivih izvora energije.

Hrvatskoj su, posebno uz morsku obalu, bila zanimljiva dva izvora obnovljive energije: solarni uređaji i vjetroelektrane. Iskorištavanje sunčane energije je započelo, ali se najvećim dijelom "zaustavilo" na vikendicama i na brojnim apartmanima za turiste, čime su iznajmljivači dobili

WIND POWER PLANTS - CURRENT SITUATION AND CONSTRUCTION PROSPECTS (1)

The interest for the use of wind energy has been steadily growing in recent years in the coastal and hinterland regions of the Adriatic. The first wind power plant has recently been opened on the island of Pag. The more widespread use of wind energy in the generation of electricity on the coast and on islands has been hindered by the special governmental decree on the coastal zone preservation and protection. Wind properties have been tested for a long time in coastal and hinterland regions, and the interest for wind plant construction has been expressed by some of the biggest international manufacturers of the related equipment. A number of national institutions and research institutes have been involved in the selection of most favourable locations. All localities where wind power research was conducted in late 2004, and localities for which location permits were requested for the commencement of construction, are listed in the paper. All factors relating to the use of existing resources have already been determined for some localities, including definition of wind speeds at various heights above the ground surface, and preliminary estimate of potential usability of wind energy.

malu prednost jer nisu morali plaćati prilično skupe kilovate električne struje. A što se vjetroelektrana tiče, saznali smo od Ranka Vujčića, dipl. ing. stroj., savjetnika Upravnog odjela za gospodarstvo, razvitak i obnovu Splitsko-dalmatinske županije, od početka je na tom području, ali i

cijelom priobalju, sve bilo čvrsto povezano s gospodarskim razvitkom.

Naime, u Brodograđevnoj industriji *Split*, u dijelu proizvodnje objekata posebne namjene, bilo je pokušaja proizvodnje dijela opreme za vjetroelektrane. Splitski je "škver" imao dobrih iskustava s gradnjom stupova platformi za bušenje nafte i plina u podmorju i to je iskustvo htio primijeniti pri gradnji nosača za vjetroelektrane. Dakako, uvjet je bio da potencijalni naručitelj ne naruči samo pet stupova već cijeli vjetropark, budući da je samo u takvim slučajevima cijeli posao ekonomski isplativ. No započeo je rat, a u mirnoj se Europi, koja nam sada među uvjete za ulazak u Europsku uniju postavlja i iskorištavanje alternativnih izvora energije, u međuvremenu razvila tehnologija proizvodnje vjetroelektrana. Posebna je proba bila nedavno puštanje u rad vjetroparka na Pagu, što je jedini naš projekt vjetroelektrane koji je u cijelosti završen. Za vjetropark *Ravna I* na otoku Pagu kompletirana je cjelokupna projektna dokumentacija i zaključen ugovor o kupoprodaji električne energije



Dva vjetrogeneratora VE *Ravno I* na Pagu

između proizvođača *AWP*-a (*Adria Wind Power*) i *HEP*-a. Posebnim ugovorom o služnosti zemljišta u vlasništvu Republike Hrvatske regulirani su imovinskopravni odnosi. *VE Ravna 1* se u sadašnjoj prvoj fazi sastoji od 7 vjetrogeneratora ukupne snage 5,6 MW, a očekuje se da će se vrlo brzo završiti i druga faza s kojom će se upotpuniti predviđenih 12 MW naše prve vjetroelektrane.

Nacionalni program za iskorištavanja vjetra

U nas se temeljito i do detalja razrađuje državna strategija o razvitku obnovljivih izvora energije za područje cijele Hrvatske. U to su uključeni Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, Energetski institut *Hrvoje Požar*, Brodarski institut, Institut građevinarstva Hrvatske, *Končar*, *Elektroprivreda* i mnogi drugi. O tome smo osnovne podatke saznali od mr. sc. Igora Raguzina, višeg savjetnika u Upravi za energetiku i rudarstvo u Ministarstvu gospodarstva, rada i poduzetništva.

Radi stvaranja uvjeta za gospodarsko iskorištavanje energije vjetra, hrvatska je Vlada pokrenula nacionalni energetski program *Enwind* (program iskorištavanja energije vjetra). Program je dugoročnog karaktera jer se nakon prve i studijske faze, te druge u kojoj su planirani posebni pokusni projekti, u trećoj fazi očekuje otvaranje prostora za poduzetničke inicijative i ulagačke pothvate. Nositelji su programa Ministarstvo gospodarstva i Institut *Hrvoje Požar*. U prvoj fazi programa *Enwinda* studijski su obrađeni svi bitni aspekti iskorištavanja energije vjetra: od procjene potencijala i pregleda tehnologije do ekoloških značajki i analize ekonomske isplativosti ulaganja u gradnju vjetroelektrana.

Također su obrađene i teme vezane uz zakonodavstvo, organizaciju i



Panorama Šestanovca, mjesta gdje bi se uskoro trebala graditi nova vjetroelektrana

poticajne mjere. Na temelju dostupnih meteoroloških podloga i prostornoj raspoloživosti te potrebi zaštite okoliša i nizu drugih kriterija, odabrano je 29 širih područja pogodnih za iskorištavanje energije vjetra. Unutar njih su preliminarno izdvojene mikrolokacije te je za odabrane vjetroturbine, koje se mogu nabaviti na komercijalnom tržištu, simulacijom ocijenjena moguća proizvodnja električne energije iz energije vjetra. Za ta područja hrvatske obale i otoka procijenjeno je da se može instalirati najmanje 370 megavata (MW) vjetroelektrana s proizvodnjom od gotovo 800 gigavatsati (GWh) na godinu, uz uvjet da se rabe vjetroturbine od 750 kilovata (kW). No potencijali su energije vjetra u Hrvatskoj znatno veći s obzirom na još neistražene i potencijalno vrlo zanimljive makrolokacije te na budući razvoj tehnologije vjetroturbina u svijetu. U prilog toj svojoj konstataciji mr. sc. Igor Raguzin pokazao nam je i analizu mogućih vjetroelektrana u hrvatskom priobalju i na otocima s izmjenjenim srednjim brzinama vjetra. Najviše ih je bilo na Pelješcu (7) i na otocima Korčuli, Visu i Pagu (4), Lastovu (2) i Mljetu (1), a ostale

su bile na dubrovačkom području, Zagori i području Neretve (3) te na području Podbiokovlja i Kaštela (1). Izmjerena srednja brzina vjetra varirala je između 5,5 m/s do 7,3 m/s. Zanimljivo je da su najmanje srednje vrijednosti izmjerene na Pagu, a najveće na Pelješcu. No ta je analiza značajno izgubila na vrijednosti nakon donošenja Uredbe o uređenju i zaštiti zaštićenog obalnog područja, koja zabranjuje gradnju gospodarskih objekata i vjetroelektrane 1000 m od mora te na otocima.

Vjetroelektrane u dalmatinskom priobalju

Na području Splitsko-dalmatinske županije, do donošenja Uredbe, bilo je planirano 40 lokacija za vjetroelektrane, a one su bile označene i u županijskom Prostornom planu. Uredba je taj broj smanjila na 22 jer je skinuto s popisa sve s uskog dijela obale i s otoka. Preostali su: Stupišće, Botići, Kozjak, Kostanje, Bazije, Njivice, Pometeno, Kočinje brdo, Ričipolje, Plane, Bilopolje, Svilaja, Lelasova gora, Golo brdo, Derven, Perun, Bradarića kosa, Lukovac, Katuni, Vode, Žeževačka ljut i Vitrenjaci. Saznali smo da je realizaciji

najbliža vjetroelektrana na Katuni brdu iznad Šestanovca, gdje bi u jesen 2006. trebao biti otvoren prvi vjetropark u Županiji. Riječ je o investiciji od 15 milijuna eura, s kapacitetom od 12 megavata. Nositelj je projekta njemačka tvrtka *Jura Energija*, koja je u Njemačkoj izgradila vjetroelektrane na 12 lokacija, a trenutno gradi vjetropark i u Grčkoj. Ista je tvrtka ponudila gradnju vjetroparkova u Šibensko-kninskoj županiji na još pet lokaliteta.

U tijeku je izrada studije utjecaja na okoliš. Mjerenje vjetra u Šestanovcu trajalo je dvije i pol godine i uvjeti su ocijenjeni izvrsnim. Hrvatska inače ima Zakon o obnovljivim izvorima energije, ali još nema podzakonske

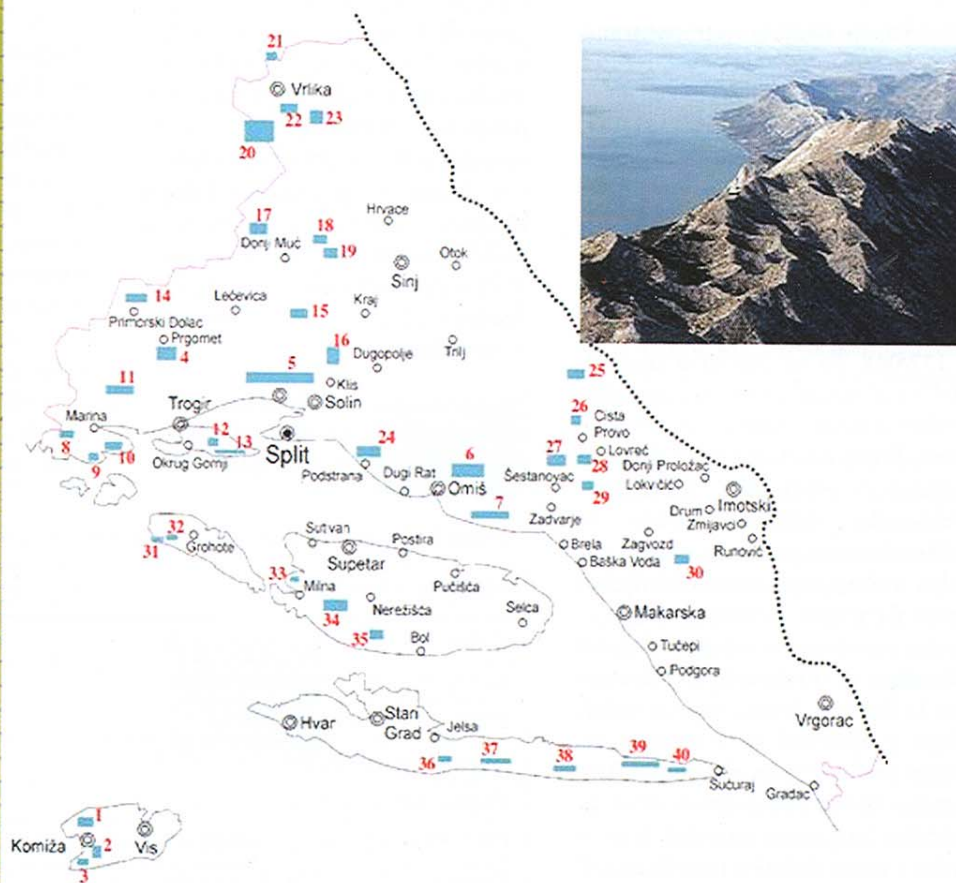
akte kojima se trebaju regulirati uvjeti iskorištavanja državnog zemljišta te cijeli niz detalja u budućem poslovanju. To smo saznali od Jure Mule, suvlasnika tvrtke *Jura Energija*. S idejom o gradnji vjetrenjača u Šestanovcu investitori požuruju državnu administraciju za pripremanje akata koji će Hrvatskoj biti nužni u pripremanju za ulazak u Europsku uniju. Naime, do ulaska u EU Hrvatska mora 10 posto energije proizvoditi iz obnovljivih izvora.

U Šestanovcu će biti postavljeno osam vjetrenjača. Stupovi za vjetrenjače najvjerojatnije će biti izrađeni u splitskom brodogradilištu. Ostala će se oprema naručiti od *Končara*. Projekt vjetroparka podupire i op-

ćinsko Poglavarstvo Šestanovca. Prema riječima načelnika Živka Trogrlića, to je samo jedan od projekata s pomoću kojih se Šestanovac sprema dočekati autocestu od Zagreba do Dubrovnika, a koja će upravo u Šestanovcu imati veliko čvorište. Vjetropark će svakako pridonijeti i punjenju općinskog proračuna te riješiti problem javne rasvjete.

Da sve to može biti i vrlo zanimljiv i isplativ posao dokazuje i odluka Poglavarstva grada Benkovca o prihvaćanju ponude *Luy Internationala* d.o.o. iz Zadra da se cijelo novo naselje Kukalj kod Benkovačkog Sela osvijetli električnom energijom dobivenom iz vjetroelektrana. Postojala je i ideja da vjetar pretvoren u struju os-

| No. | Location | v[m/s] |
|------|----------------|-----------|
| SD1 | Široko brdo | 5,5 - 6,0 |
| SD2 | Hum | 5,0 - 5,5 |
| SD3 | Stupšće | 4,0 - 4,5 |
| SD4 | Botiči | 4,0 - 4,5 |
| SD5 | Kozjak | 5,0 - 5,5 |
| SD6 | Kostanje | 5,0 - 5,5 |
| SD7 | Dovanj | 5,5 - 6,0 |
| SD8 | Bazije | 4,0 - 4,5 |
| SD9 | Braševica | 4,0 - 4,5 |
| SD10 | Vinšće | 4,0 - 4,5 |
| SD11 | Njivice | 4,0 - 4,5 |
| SD12 | Rudine | 4,0 - 4,5 |
| SD13 | Mendulovac | 4,0 - 4,5 |
| SD14 | Greda | 4,0 - 4,5 |
| SD15 | Pometeno | 4,0 - 4,5 |
| SD16 | Kočinje brdo | 4,0 - 4,5 |
| SD17 | Ričipolje | 4,0 - 4,5 |
| SD18 | Plane | 4,5 - 5,0 |
| SD19 | Bilopolje | 4,5 - 5,0 |
| SD20 | Svilaja | 5,0 - 5,5 |
| SD21 | Lelasova glava | 3,5 - 4,0 |
| SD22 | Golo brdo | 4,0 - 4,5 |
| SD23 | Denven | 4,0 - 4,5 |
| SD24 | Perun | 4,0 - 4,5 |
| SD25 | Bradarića kos | 4,0 - 4,5 |
| SD26 | Lukovac | 4,0 - 4,5 |
| SD27 | Katuni | 4,0 - 4,5 |
| SD28 | Vode | 4,0 - 4,5 |
| SD29 | Žeževačka ljut | 4,0 - 4,5 |
| SD30 | Vitrenjaci | 4,5 - 5,0 |
| SD31 | Marinča | 4,0 - 4,5 |
| SD32 | Dragobraca | 4,0 - 4,5 |
| SD33 | Zubati ratac | 4,0 - 4,5 |
| SD34 | Crna korita | 4,5 - 5,0 |
| SD35 | Visoka | 5,0 - 5,5 |
| SD36 | Opaljenica | 4,5 - 5,0 |
| SD37 | Pločnjak | 4,5 - 5,0 |
| SD38 | Dolac | 4,5 - 5,0 |
| SD39 | Mas linje | 4,5 - 5,0 |
| SD40 | Ublina | 4,0 - 4,5 |



Potencijalne lokacije za vjetroelektrane u Splitsko-dalmatinskoj županiji

vjetljava i ulice Murtera, ali je u međuvremenu Uredba o zaštićenom obalnom pojasu to onemogućila.

Nije moguće predvidjeti kada će se i gdje graditi vjetroelektrane, jer to ovisi o nizu preduvjeta, saznali smo od mr. sc. Igora Raguzina iz Ministarstva gospodarstva. To je Ministarstvo nadležno za energetiku, a u okviru novih tržišnih odnosa u energetske sektoru i pravnoinstitucionalnom sustavu, u koji se moraju uključiti poticaji za energiju iz obnovljivih izvora, predložilo je kao prikladan i učinkovit model potpore za jamčene cijene (feed-in tariffs), koji proizvođačima obnovljivih izvora (zelene energije) jamči otkup po unaprijed utvrđenim cijenama i u predviđenim rokovima. U europskoj praksi taj se sustav inače pokazao vrlo učinkovitim i jednostavnim u primjeni.

Distribucija struje iz vjetroelektrana

Određena će količine električne energije, sukladno obvezi o propisanom minimalnom udjelu obnovljive energije u opskrbi električnom strujom, morati biti iz obnovljivih izvora. Podzakonski akti o iskorištavanju obnovljivih izvora energije temeljit će se na zakonima kojima su uredili odnose u energetske sektoru (NN 68/01 i 177/04). To su: Zakon o energiji, Zakon o tržištu električne energije, Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata, Zakon o tržištu plina i Zakon o regulaciji energetske djelatnosti. Proizvođač električne energije iz vjetroelektrana preuzima ulogu subjekta u obavljanju energetske djelatnosti na tržištu električne energije, prema pravilima što vrijede u tržišnim odnosima ili u pružanju javnih usluga. U tijeku je izrada podzakonskih akata i njihovim će stupanjem na snagu projekti vjetroelektrana u Hrvatskoj dobiti zakonodavni okvir te podršku poticajnim mjerama za ekološke i druge dobiti u iskorištavanju energije vjetra. Najvažniji su: Pravilnik o iskorištavanju obnovljivih

izvora energije (određuje se vrsta, tehnologija i mogućnost iskorištavanja pojedinih obnovljivih izvora energije) i Uredba (donosi je Vlada RH) o minimalnom udjelu obnovljivih izvora energije (uključuje i vjetroelektrane) u opskrbi električnom energijom te Pravilnik o uvjetima za stjecanje statusa povlaštenog proizvođača. Prijedlozi tih akata su u redovitoj proceduri i očekuje se njihovo usvajanje. Ujedno je osnovan i Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti koji će financijski poticati projekte zaštite okoliša, energetske efikasnosti i uporabu obnovljivih energetske izvora.

Čini se da bi tako mogla biti razriješena jedna od ključnih dilema – uključivanje proizvođača struje u postojeći elektrodistribucijski sustav. Iz vjetroelektrana investitori trebaju električnu energiju distribuirati krajnjim potrošačima. Stoga se restrukturira cijeli energetske sektor, a *Hrvatska elektroprivreda (HEP)* razdvojena je na tvrtke za proizvodnju, prijenos i distribuciju, a neovisni operator tržišta u državnom vlasništvu sklapat će ugovore o otkupu električne energije s povlaštenim proizvođačima (vjetroelektrane). Tvrtke će moći kupovati električnu energiju od *HEP*-a i od neovisnih proizvođača.

Prema računama Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva, tu mači mr. Raguzin, a u skladu s re-

formom energetske sektora, izgradnja je vjetroelektrana poduzetnički pothvat. Stoga je studija izvodljivosti poslovna tajna svakog investitora (s obzirom na lokaciju, stanje i značajke prijenosne mreže, ulazne vrijednosti i sl.). Ekonomske analize pokazuju da se proizvodna cijena električne struje dobivene iskorištavanjem energije vjetra kreće između 0,05 i 0,07 eura po jednom kilovatsatu. To je ipak nešto malo više od cijene struje dobivene iz suvremenih konvencionalnih elektrana, posebno ako se isključe indirektni troškovi koje društvo ima za pogon takvih elektrana.

Profitabilnost vjetroelektrana

Neiskorišteni potencijal energije vjetra postoji svuda uzduž hrvatskih otoka, obale i zaobalja. Često se radi o udaljenim i nepristupačnim područjima ili planinskim vrhuncima na kojima ne postoji nikakva elektroenergetska i prometna infrastruktura. Izgradnja takve infrastrukture značajno povećava troškove, a tada o profitabilnosti odlučuje i veličina projekta. Ipak vjetroelektrane su takvi objekti koji se vrlo lako kombiniraju s drugim gospodarskim sadržajima u prostoru, posebno s poljoprivredom, primjerice vinogradarstvom, ovčarstvom i kozarstvom, sušarama za poljoprivredne proizvode, ekološkim turizmom i ugostiteljstvom te s malim prerađivačkim pogonima. Od ostalih uočenih prepreka

Tablica 1. Troškovi gradnje vjetroelektrane (na primjeru VE *Stupišće*)

| Struktura investicija | kuna |
|---|-------------------|
| Prethodni radovi na mikrolokaciji | 900.000 |
| Izrada projektne dokumentacije | 750.000 |
| Prethodni građevinski radovi | 4.065.000 |
| Oprema, prijevoz, montaža i ostalo | 36.784.000 |
| Projekt KB veza 35 i 10(20) kV | 3.674.000 |
| UKUPNO VE <i>Stupišće</i> (do priključnog mjesta) | 46.173.000 |
| Projekt TS 35/10(20) kV <i>Stupišće</i> | 6.372.000 |
| UKUPNO | 52.545.000 |

svakako treba istaknuti nerazvijenost financijskog tržišta, nepovjerenje banaka i skupi kapital, neusklađenost s hrvatskim standardima i homologizaciju opreme, neiskustvo lokalnih tvrtki u organiziranju projekta, nesnalaženje nadležnih administrativnih službi u postupku ishođenja lokacijskih dozvola i reguliranju imovinsko-pravnih odnosa vlasništva zemljišta (posebno kada je vlasnik Republika Hrvatska), neusklađenost zemljišnih knjiga i sl.

Da bi potkrijepio svoje tvrdnje, naš sugovornik iz Ministarstva gospodarstva nudi i konkretne podatke, izrađene na analizama i idejnom rješenju za projekt izgradnje vjetroelektrane *Stupišće*, snage od 6,3 MW. U prethodne građevinske radove ulaze temelji vjetroturbina, uređenje putova i kabelski rasplet unutar elektrane. Osim vjetroturbina u opremu ulaze i interne transformatorske stanice, a od ostalih troškova tu su prijevoz, sastavljanje i montaža, organizacija gradilišta, menadžment i nadzor gradnje, troškovi uređenja zemljišta, troškovi zaštite okoliša i dr. (tablica 1.).

Prema eurointegracijskim procesima Hrvatska je koncept reforme energetskog sektora pravno i institucijski prilagodila zahtjevima EU i Prepo-

ruci o promociji električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora (2001/77/EC) koja uključuje sve oblike obnovljivih izvora energije. Zakonom o energiji (NN 177/04) izričkom je navedeno da je iskorištavanje obnovljivih izvora u interesu Republike Hrvatske. Stoga članak 17., stavak 4 Zakona o tržištu električne energije (NN 68/01) određuje da Vlada Republike Hrvatske treba propisati minimalni udio obnovljivih izvora energije (izuzimajući velike hidroelektrane, a to su one iznad 10 MW) u strukturi električne energije za energetski subjekt koji tu djelatnost opskrbe obavlja kao javnu uslugu, rekao nam je mr. Raguzin. Predloženom Uredbom o minimalnom udjelu obnovljivih izvora energije odredit će se da Hrvatska do 2010. treba proizvesti 900 GWh električne energije iz obnovljivih izvora, bez struje iz velikih elektrana. Očekuje se da će ta proizvodnja u 2010. biti najmanje 4,5 posto ukupne potrošnje električne energije, što će značiti znatno povećanje prema udjelu od 0,6 u 2002. godini.

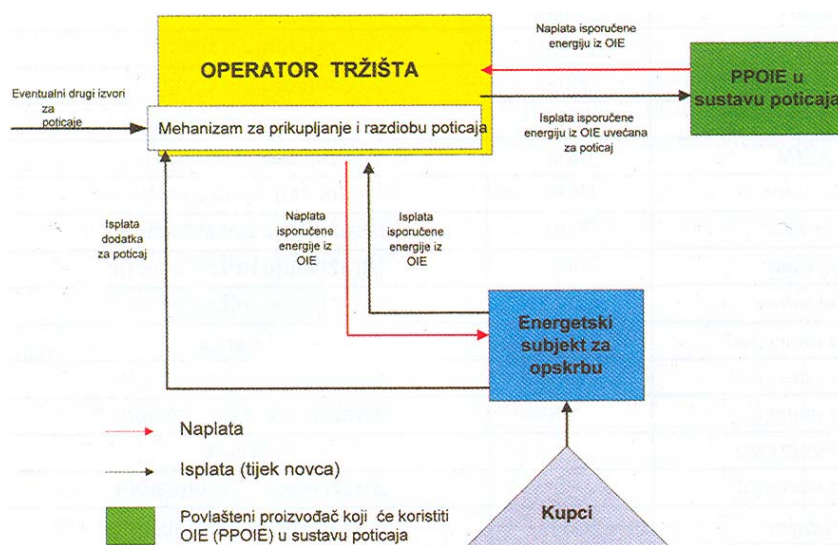
Poticaji i financijska jamstva

Pripremni poslovi za izgradnju alternativnih izvora energije zahtijevaju financijsku potporu. Ta potpora od-

nosno nadoknade dodatnih troškova za obnovljive izvore energije (OIE) omogućit će da se na tržištu (tarifnim sustavom) distribucijskim tvrtkama nadoknadi razlika između troškova OIE i drugih troškova (izbjegnutih troškova proizvodnje, dodatnih troškova povezanih s okolišem i sl.) te da se ta razliku prebaci na potrošače ili kompenzira primjenom određenih i strukturiranih poticaja, ovisno o tehnologiji OIE i drugim mjerilima. Sustav će se u Hrvatskoj uvesti podzakonskom regulativom koja se upravo izrađuje (Pravilnik o iskorištavanju OIE i Uredba o minimalnom udjelu OIE). Suštinski će se tako definiranim otkupnom cijenom osigurati vraćanje ulaganja prema načelu "reguliranog profita", odnosno s prihvatljivom internom stopom povrata ulaganja koja bi bila do 10 godina.

Ugovori o otkupu električne energije sklapali bi se na deset godina i bili bi prikladno jamstvo bankarskim i financijskim institucijama. Provedbeni će akti uvesti institucionalnu organizaciju te omogućiti planiranje i izgradnju poduzetničkih projekata OIE. Provedbena organizacija treba uspostaviti ekonomske instrumente, a to su poticaji za podmirenje povećanih troškova proizvodnje iz pojedinih OIE-a koji se prikupljaju od kupaca preko opskrbe i distribuiraju povlaštenim proizvođačima.

Zakonom o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (NN 107/03) predviđena su sredstva Fonda za financiranje projekata zaštite okoliša, energetske učinkovitosti te poticanje iskorištavanja OIE. Financirala bi se energetska učinkovitost i iskorištavanje obnovljivih izvora energije od strane domaćih malih poduzetnika i proizvođača opreme koji su postigli značajne uštede energije te smanjili troškove. Time bi se osigurala zaštita od zagađivanja, izgradnja energetskih postrojenja s učinkovitim iskorištavanjem energije, izgradnja postrojenja poput vjetroelektrana, malih



Schema mogućih tržišnih poticaja za proizvođače obnovljenih izvora energije

hidroelektrana te solarnih i drugih postrojenja. Osigurali bi se i ugradnja instalacija i nabava opreme te sva potrebna sredstava i materijali kojima se povećava energetska učinkovitost za programe i projekte zaštite okoliša u skladu sa statutom Fon-

da. Osim toga Zakonom o državnim potporama (NN 47/03) utvrđena je mogućnost dodjele posebnih potpora za takva ulaganja, što je dio posebnih pravila za tzv. horizontalne državne potpore propisane Uredbom o državnim potporama (NN 121/03).

Brojni projekti u pripremi

O ozbiljnosti sadašnjih priprema govori i to da se u različitim fazama pripreme nalazi petnaestak manjih projekata (snage do 6 MW). Svi ti projekti ne napreduju istom dinamikom, a lokalni se uvjeti vezani uz

Tablica 2. Projekti vjetroelektrana u Hrvatskoj (stanje u 2004.)

| PROJEKT | NOSITELJ PROJEKTA | MJERENJA | STATUS 2004. |
|----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Ravna-Pag | <i>Adria Wind Power</i> | 1999. | radi |
| Novalja-Pag | <i>Adria Wind Power</i> | 1999. | izvršena mjerenja |
| Rudine-Slano | <i>Adria Wind Power</i> | 2000. | istraživanje mikrolokacije |
| Svilaja | <i>Adria Wind Power</i> | 2002. | istraživanje mikrolokacije |
| Povljana-Pag | <i>Adria Wind Power</i> | ? | istraživanje mikrolokacije |
| Jasenice 1 i 2 | <i>Censur</i> | 2001. | postupak ishodaenja lokacijske dozvole |
| Dovanj | <i>Wintec, SEM Marina</i> | | suglasnost grada Omiša za mjerenja |
| Kozjak | <i>SinKu</i> | 2000 | ? |
| Slano | Aufwind | 2001 (?) | uključeno u općinski prostorni plan |
| Dubrovačko zaleđe (?) | <i>Cannon Libertas</i> | 2000 (?) | ? |
| Peljesac 1(?) | <i>NEVAG</i> | 2001 (?) | ? |
| Pelješac 2(?) | <i>NEVAG</i> | 2001 (?) | ? |
| Ponikve (Ston) | <i>Energys</i> | 2001. | mjerenja u tijeku |
| Orlice | <i>Energys</i> | 2001. | mjerenja u tijeku |
| Krtolin | <i>Energys</i> | 2001. | mjerenja u tijeku |
| Ražanac | <i>Hensellek</i> | 2001 (?) | ? |
| Trtar | <i>GEP</i> | 2003. | istraživanje mikrolokacije |
| Veli brig | <i>GEP</i> | 01/2004. | mjerenja u tijeku |
| Glavica (Mošnica) | <i>EHN</i> | 01/2004. | mjerenja u tijeku |
| Kozjak - Malačka | <i>EHN</i> | 01/2004. | mjerenja u tijeku |
| Goli | <i>EHN</i> | 2004. | mjerenja u tijeku |
| Žbevnice | <i>EHN</i> | 2003. | mjerenja u tijeku |
| | <i>EHN</i> | 2003. | mjerenja u tijeku |
| | <i>EHN</i> | 2003. | mjerenja u tijeku |
| | <i>EHN</i> | 2004. | mjerenja u tijeku |
| | <i>EHN</i> | 2004. | mjerenja u tijeku |
| Stupiše-Vis | <i>Teradur</i> | 1996. | lokacijska dozvola |
| Zubatni ratak-Brač | <i>Teradur</i> | 2000. | istraživanje mikrolokacije |
| Ublina-Hvar | <i>Teradur</i> | 2000. | istraživanje mikrolokacije |
| Bogosina glava-Hvar | <i>Teradur</i> | | istraživanje mikrolokacije |
| Jurića-Orlića stan, Kijevo | <i>Jura energija</i> | ? | mjerenja |
| Vučipolje, Hrvace | <i>Jura energija</i> | ? | istraživanje mikrolokacije |
| Svilaja-Štikovo | <i>Jura energija</i> | ? | istraživanje mikrolokacije |
| Brljam-Miljacka | <i>Jura energija</i> | ? | mjerenje |
| Vrbnik-Biskupija | <i>Jura energija</i> | ? | istraživanje mikrolokacije |
| Ćićarija | <i>Valalta</i> | 2003. | istraživanje mikrolokacije |
| Senj | <i>Valalta</i> | 2003. | istraživanje mikrolokacije |

potencijal vjetra te prostorno-planske i vlasničko-pravne okolnosti bitno razlikuju od slučaja do slučaja. To će uvjetovati različitu dinamiku provedbe, a neke će projekte možda i onemogućiti. Čini se da Europa u Hrvatskoj prepoznaje "zlatni rudnik" budući da je bilo dovoljno vremena za pripremanje. Pojavilo se nekoliko velikih i renomiranih tvrtki, poput španjolskog EHN-a (*Energía Hidroeléctrica de Navarra S.A.*), vodeće u svijetu za razvoj i gradnju vjetroelektrana (s izvedenih više od 1000 MW) ili njemačkog *Ostwinda* (izvedeno približno 200 MW), a bave se sustavnim utvrđivanjem vjetropotencijala na obali i u unutrašnjosti radi utvrđivanja lokacija za gradnju komercijalnih i snažnijih vjetroelektrana. "Gužva" je na terenu velika, a zainteresiranost i pripremljenost "za akciju" uočljiva je na priloženoj tablici 2. koja govori o stanju iz 2004. godine.

Kako je ovdje riječ o vjetroelektrana, jedini je pravi proizvođač struje vjetar. Kad vjetar dostigne određene brzine, što je u priobalju posebno izraženo, i kada orkanska bura "nadjača samu sebe" ugroženo je sve pa i vjetroelektrane. U Institutu *Hrvoje Požar* iz Zagreba mjerili su potencijale vjetra i u posebnoj studiji zaključili: za procjenu prirodno-energetskog potencijala vjetra potrebno je poznavati i prostornu razdiobu srednje godišnje brzine vjetra na određenom području. Jedna je mogućnost određivanja prostorne razdiobe srednje godišnje brzine vjetra modelski pristup i primjena WASP programa (*Wind Atlas and Application Programme*). WASP program ima četiri fizikalna modela najnižeg sloja atmosfere:

- a) model zaklona koji uzima u obzir prepreke u blizini mjernog mjesta
- b) model hrapavosti terena koji uzima u obzir promjenu hrapavosti terena u svim smjerovima oko lokacije anemografa

- c) orografski model koji korigira podatke mjerenja vjetra zbog učinaka nehomogenosti terena u horizontalnoj skali od nekoliko desetaka kilometara
- d) modela stabilnosti koji uzima u obzir stabilnu modifikaciju logaritamskoga vertikalnog profila vjetra.

Vjetar i njegov energetsku potencijal

Zajedno sa statističkom osnovom za izradu "klime vjetra" promatranog područja ti se modeli u analizi i primjeni kombiniraju, kako bi se dobilo praktično sredstvo za procjenu energetskog potencijala vjetra. Upravo je taj način dobivanja podataka o geostrofičkom vjetru iskorišten za procjenu prostorne razdiobe brzine vjetra na 10 m iznad tla na širokom području Splitsko-dalmatinske županije. Za ulazne je vrijednosti poslužio podatak o razdiobi strujanja na visini od 1500 m kao odgovarajuća procjena geostrofičkog vjetra. Na visini od 1500 m iznad Splita, u razdoblju 1996.-1998., prevladavali su južni i sjeverozapadni vjetrovi, što je u skladu s prevladavajućim smjerovima gibanja meteoroloških sustava sinoptičkih razmjera. Međutim, najveće su brzine zabilježene za vjetrove južnih i sjeveroistočnih smjerova na što je ukazivala već prije znana proporcionalna brzina vjetra po smjerovima. Prostorna razdioba srednje godišnje brzine vjetra na 10

m iznad tla pokazuje da najveći dio promatranog područja ima srednju godišnju brzinu vjetra 4 – 4,5 m/s. U planinskom zaleđu (Biokovo, Mosor i Kozjak) procijenjena srednja brzina vjetra 10 m iznad tla doseže vrijednost veću od 7 m/s, stoji u toj temeljitoj studiji o vjetru kao energentu. U Studiji Instituta *Hrvoje Požar* stoji da uopće ne postoje mjerenja brzine vjetra na visinama rotora vjetroelektrana za lokacije na području Županije splitsko-dalmatinske i da treba napraviti procjenu moguće proizvodnje električne energije na temelju procijenjenih parametara razdiobe dobivenih WASP programom. Izrađena je procjena moguće proizvodnje električne energije iz energije vjetra za nekoliko standardnih i komercijalno dostupnih vjetroturbina (VT). Simulacija je izrađena na meteorološkim podlogama izrađenim u Državnom hidrometeorološkom zavodu samo za VT locirane na odabranim mikrolokacijama (za svaku makrolokaciju po jedna). Proračun je proveden prema radnim značajkama turbina iz tehničkih specifikacija proizvođača.

Ilustrirajući ta istraživanja u Institutu su izradili tablicu ukupnih potencijala vjetra na području Županije. Iz tablice se mogu uočiti osnovni podaci o vjetru na izabranim lokacijama.

Ipak vjetra ima dovoljno. A ukupni se potencijal za proizvodnju električne energije iz vjetra u Županiji može

Tablica 3. Preliminarna ocjena ukupnog potencijala vjetra u Splitsko-dalmatinskoj županiji

| Makrolokacija | 500 kW | | 750kW | |
|---------------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | br. turbina | ukupno MW | br. turbina | ukupno MW |
| Vis 3 | 7 | 3,5 | 6 | 4,5 |
| Vis 4 | 6 | 3 | 5 | 3,75 |
| Stupišće | 9 | 4,5 | 8 | 6 |
| Zagora 3 | 7 | 3,5 | 7 | 5,25 |
| Kaštela 1 | 42 | 21 | 39 | 29,25 |
| Mosor 2 | 13 | 6,5 | 12 | 9 |
| Dovanj 1 | 23 | 11,5 | 22 | 16,5 |
| Ukupno | 107 | 53,5 | 99 | 74,25 |

doznati i s odgovarajućim odnosom prirodnih uvjeta vjetra na mikrolokaciji vjetroturbine (mikroklima), položaju VT u odnosu na druge VT, vegetacijskim značajkama terena sada i ubuduće (prirodne prepreke), klimatološkoj hrapavosti terena (predviđanje povremenih ili budućih obilježja što utječu na hrapavost površine, npr. snijeg), ostalim prepre-

kama u bližoj okolini, orografskim karakteristikama terena, lokalnim *speed-up* i *speed-down* efektima, izboru najpovoljnije vjetroturbine i visine stupa s obzirom na vertikalni profil vjetra, analizi buke i vizualnom utjecaju.

Pretpostavljeno je da su ostali uvjeti već zadovoljeni u definiranju makrolokacija. Ključno je što se kvali-

tetniji meteorološki podaci o vjetru mogu dobiti samo izravnim mjerenjima. Preliminarna ocjena ukupnog potencijala vjetra u Splitsko-dalmatinskoj županiji dobivena analizama provedenim u sklopu programa *Enwind* prikazana je u tablici 3.

Jadranka Samokovlija Dragičević
Snimci: Luka Dragičević