

VJETROELEKTRANE I OSTALI IZVORI ENERGIJE

# Gradnja vjetroelektrana u Jadranskom moru?

PRIPREMIO:  
Branko Nadilo

Valja se priključiti trendu smanjivanja stakleničkih plinova i graditi što više obnovljivih izvora energije, ali nam nitko ne priječi da gradimo jeftinije, iskoristimo prirodne prednosti i zaposlimo što više radnika

Povod za ovaj tekst bio je intervju prvog potpredsjednika Vlade i ministra gospodarstva Radimira Čačića koji je početkom svibnja 2012. objavljen u *Novom listu*, posebno stoga što su uslijedile neobično bučne i brojne reakcije. Ministar je govorio o obnovljivim izvorima energije, a pritom se, između ostalog, posebno osvrnuo na mogućnost gradnje pučinskih vjetroelektrana u Jadranskom moru. Natuknuo je i mogućnost gradnje velikih platforma na kojima bi se gradile vjetroelektrane, što bi mogao biti isplativ posao za domaća brodogradilišta, ali nije pritom spomenuo nikakav rok za pokretanje takvih projekata.

političkim opredjeljenjima, dočekali vrlo kritično. Naime tehnologiju pučinskih ili čak plutajućih vjetroelektrana trenutno zajedno razvijaju dvije goleme japanske korporacije *Marubeni* i *Mitsubishi* te danski proizvođač turbina za vjetroelektrane *Vestas* s portugalskim proizvođačem elektrana i prirodnog plina *EDP-om* (*Energias de Portugal*), a pojedinačno *EDF* (*Électricité de France*) najveći svjetski proizvođač električne energije i to pretežno iz nuklearnih elektrana i norveška tvrtka *Statoil*, proizvođač nafte, petrokemijskih proizvoda i električne energije. Svi su ti projekti još u fazi izrade prototipova

giju, nazvanu *Posejdon*, koja bi istodobno iskorištavala energiju vjetra i valova. Stoga su takvi poslovi tek jedno od mogućih dugoročnih rješenja i praktički se ne mogu početi ostvarivati prije 2020., dakle ni poslužiti za gradnju planiranih 1200 MW potrebnih vjetroelektrana, na što se Hrvatska obvezala u skladu s energetsom strategijom i direktivama Europske Unije.

Tehnologije pučinskih ili plutajućih vjetroelektrana još su u izradi prototipova ili testiranju mogućih rješenja pa se takvi poslovi ne mogu početi ostvarivati prije 2020

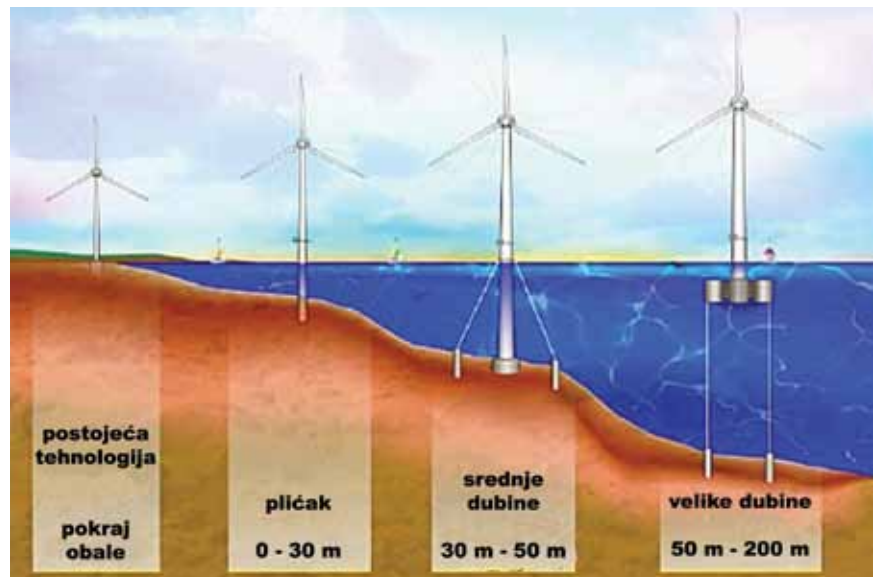
Zna se da je vjetroelektrane najbolje graditi na morskim obalama ili pokraj



Niz vjetroagregata u plitkom moru

## Pučinske i plutajuće vjetroelektrane

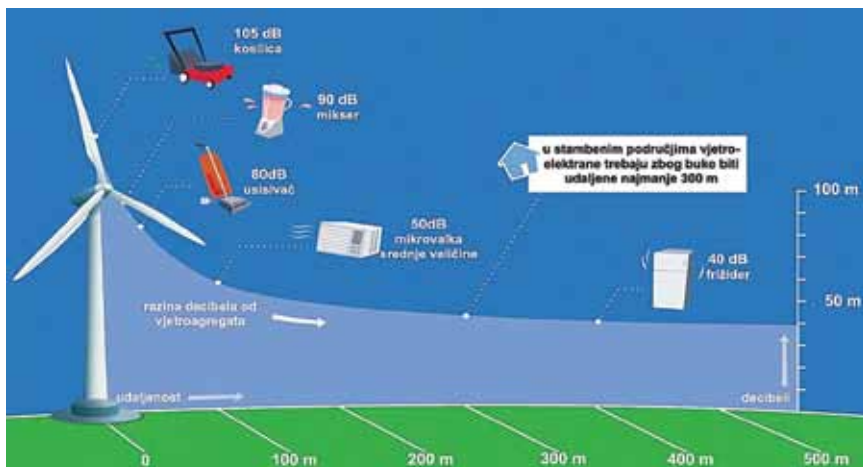
Zbunjujuće je ipak da su svi takvu ideju, dakle i oni koji je prihvaćaju i oni koji je odbijaju, a što je nerijetko određeno



Razvoj vjetroelektrana u moru

(*Marubeni* i *EDF*) ili u testiranju prototipskih rješenja (*EDP* i *Statoil*). Osim toga, Danci razvijaju i posebnu tehnolo-

velikih jezera i akumulacija. Tamo, naime, uvijek postoje zračna strujanja prikladna za kontinuiranu proizvodnju



Razina buke na udaljenosti od vjetroagregata

električne energije jer jaki vjetrovi, s brzinama većim od 100 km/h, uopće nisu prikladni pa je vjetroelektrane potrebno zakočiti jer bi mogle uzrokovati velike nesreće. Stoga je priobalno područje najprikladnije, ali tamo vjetroelektrane ipak nisu preporučljive zbog buke i nepovoljnog utjecaja na turizam, ali i zato što se radi o vrlo skupom građevinskom zemljištu. Uostalom u krugu od 500 m oko svakog vjetroagregata nije zbog sigurnosti preporučljiv ni boravak ljudi ni životinja, u naseljenim mjestima zbog buke ni u promjeru od 600 m, pa su vjetroelektrane i velik potrošač prostora.

Kako su u Hrvatskoj znatno ograničene kvalitetne kopnene lokacije, ni Jadransko more zbog većih dubina nije sasvim prikladno. Naime, gotovo su sve dosadašnje vjetroelektrane u moru građene na dubinama do 30 m (prosječna je dubina Jadrana približno 50 m) jer je gradnja na većim dubinama, dakle na umjetnim otocima poput platformi za crpljenje nafte ili plina, nesumnjivo sasvim neisplativa. Stoga se kao jedno od mogućih rješenja za ostvarivanje energetske neovisnosti svakako nameću pučinske vjetroelektrane koje bi se možda mogle tegliti i na najpovoljnije pozicije. No s obzirom na razvoj takvih tehnologija, to se svakako neće moći ostvariti za sljedećih desetak do dvadesetak godina, pa stoga nisu nikakvo rješenje ni za hrvatsku brodogradnju ni za hrvatsko gospodarstvo.

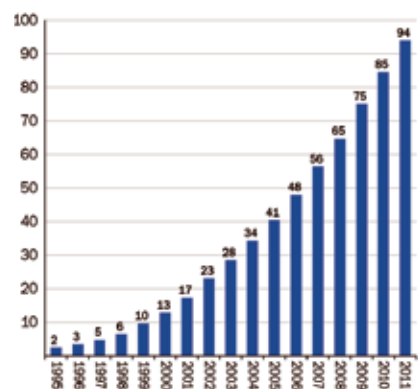
### Kapacitet vjetroelektrana u Europskoj Uniji

Primjer naizgled nevažne rasprave o gradnji pučinskih vjetroelektrana upućuje na to da u razmatranjima naše energetske budućnosti ima podosta nesnalaženja i nerazumijevanja, ali ni dovoljno svijesti o tome što nam zaista treba. Stoga smo potražili podatke EWEA-a (European Wind Energy Association – Europskog saveza na energiju vjetra) koji je nedavno objavio da su instalirani kapaciteti vjetroelektrana u Europskoj Uniji premašili 100 GW. Naime, u prvih je 20 godina izgrađeno ukupno 10 GW, a u sljedećih su 13 kapaciteti porasli 10 puta. Da bi se pokrila sadašnja proizvodnja vjetroelektrana, u termoelektranama na ugljen bilo bi potrebno 72 milijuna tona kamenog ugljena, a u termoelektranama na plin 42 milijarde m<sup>3</sup> plina, što bi stajalo 5 milijarda eura za ugljen i 7,5 milijarda za plin.

Instalirani su kapaciteti vjetroelektrana u Europskoj Uniji premašili 100 GW, a za to bi u termoelektranama trebalo 72 milijuna tona kamenog ugljena odnosno 42 milijarda m<sup>3</sup> plina

U 2011. na mrežu je priključeno novih 9616 MW, ali i isključeno 216 MW, pa je

krajem godine bilo ukupno 93.957 MW instaliranih kapaciteta ili 10,5 % kapaciteta svih elektrana u Europskoj Uniji. U prosječno vjetrovitoj godini vjetroelektrane mogu proizvesti 204 TWh (miliarda kilowatsati) i pokriti 6,3 % ukupne potrošnje električne energije. Više je od polovice tih kapaciteta u Njemačkoj i Španjolskoj (29,1 i 21,7 GW), a slijede ih Francuska, Italija i Ujedinjeno Kraljevstvo (između 6,5 i 6,8 GW), a zatim Portugal (4,1 GW) i Danska (3,9 GW). Gledajući prosječnu proizvodnju vjetroelektrana na godinu u odnosu na potrošnju, prva je Danska (25,9 %), a slijedi ih Španjolska (15,9 %), Portugal (15,6 %), Irska (12 %) i Njemačka (10,6 %).



Porast kapaciteta vjetroelektrana u Europskoj Uniji (u GW)

Ipak u 2011. vjetar je s ukupnom proizvodnjom od 21,4 % bio na trećem mjestu, neznatno iza plinskih elektrana s 21,6 %. Na prvom su mjestu bili fotonaponski sustavi s 46,7 % (21 GW), a obnovljivi su izvori ukupno činili 71,3 %. Primjetan je bio porast proizvodnje u termoelektranama na ugljen, vjerojatno zbog znatnih tehničkih unapređenja, ali i velik pad ukupne proizvodnje električne energije u nuklearnim elektranama, ponajprije u Njemačkoj, što je izravna posljedica nesreće u japanskoj nuklearnoj elektrani u Fukushimai. Čini se da je Europska komisija prije podcjenjivala mogućnosti vjetra jer je 1996. procijenjeno da će u ondašnjih 15 članica biti uključeno 8 GW tek 2010., a to je ostvareno još 1999. I nakon prihvaćenih poticajnih mjera za energiju vjetra, procjenjivalo se da će do 2010.

kapaciteti porasti do 40 GW, što je više nego dvostruko premašeno. Za 2030. EWEA predviđa ukupno kapacitete vjetroelektrana od 400 GW, što će pokriti 28,5 % potrošnje električne energije u Europi. Vjeruje se da će nakon 2020. opadati gradnja vjetroelektrana na kopnu, a rasti gradnja pučinskih. Ujedno se očekuje da će proizvodnja po jedinici instalirane snage na godinu biti približno 3750 sati rada punim instaliranim kapacitetom za pučinske, a 2360 za kopnene. Danas za kopnene to iznosi otprilike 2150, a u Njemačkoj tek 1700, jer su zbog velikih poticaja građene i na nepovoljnim mjestima.

EWEA se pozabavila i procjenama budućnosti električnih cestovnih vozila. Uz pretpostavku da će prosječni električni automobil trošiti 20 kWh na 100 km (što bi se tehničkim poboljšanjima možda moglo smanjiti na 11 kWh) i prelaziti 10.000 km na godinu (koliko i današnji prosječni automobil), proizvodnja vjetroelektrana u 2020. bila bi dovoljna za 290, a 2030. za 577 milijuna automobila (u Europskoj Uniji 2009. bilo je ih je 236 milijuna).

### Nuklearke i obnovljivi izvori

U raspravu o gradnji vjetroelektrana i njihovoj budućnosti u Hrvatskoj na neki



Vjetroturbina danske tvrtke Vestas

se način uključilo i stotinjak nuklearnih fizičara, od čega desetak iz SAD-a, na simpoziju koji je početkom lipnja 2012. održan u Zadru. Raspravljalo se o budućnosti nuklearnih elektrana u svijetu nakon katastrofe u Fukushimi, odustajanja Njemačke od nuklearnog programa te o izgledima da male zemlje poput Hrvatske počnu graditi nuklearne elektrane. Svoje je stajalište o nuklearkama kao za Hrvatsku znatno povoljnijim rješenjima od vjetroelektrana ili solarnih elektrana iznio prof. dr. sc. Zdenko Šimić, predsjednik Hrvatskoga nuklearnog društva, nastavnik na zagrebačkom Fakultetu elektronike i računalstva.

Za vjetroelektrane je uvozna  
oprema veća od 80 % i to je  
mного nepovoljnije od izravnog  
uvoza jer je struja dobivena od  
vjetra pet puta skuplja

Hrvatska industrija, smatra prof. Šimić, nije u stanju znatnije sudjelovati u potphvatima gradnje vjetroelektrana jer se to čini poput prehrane kolačima, i još k tome uvoznima, u doba gladi. Vjetroelektrane mnogo stoje, a ne rješavaju osnovni problem. Više od 80 % je uvozna oprema, pa je to mnogo nepovoljnije nego da se izravno uvozi električna energija. Prošle smo godine uvezili 40 % električne energije, a ako se uključi i Krško, čak i 60 %. No to je ipak bilo jeftinije nego kupovati mazut za termoelektrane u Sisku i Rijeci. Zato nije pravo rješenje plaćati pet puta skuplju struju iz vjetra, umjesto da se struja izravno uvozi. Stoga je gradnja nuklearne elektrane s reaktorom od 700 MW nužna za poticanje gospodarskih potencijala Hrvatske. Za uloženi nekoliko milijarda kuna u gradnju nuklearne elektrane može se za najmanje 50 % angažirati domaća industrija, posebno građevinari i strojarji, a to je učinjeno i u gradnji NE *Krško*. Pritom valja donekle zanemariti opasnosti od radioaktivnosti i mogućih havarija jer je dokazano da su nuklearke najsigurnije. Černobil je, primjerice, stradao zbog ljudskog nemara, a u Ja-

panu nije potres uzrokovao štetu već tsunami, iako se na prenisu ogradu i prije upozoravalo.

Vjetroelektrane proizvode struju samo kad ima vjetra, a nuklearna elektrana je stabilan sustav za proizvodnju električne energije, neovisan o vremenskim uvjetima. Usto nuklearka zapošljava i do tisuću ljudi, a vjetroelektrane ili solarne elektrane rade s daljinskim upravljanjem, s najmanjim mogućim brojem zaposlenih.



Nuklearna elektrana u Krškom

Danas je na tržištu najvažnije da svoj energetske potencijal može iskoristiti i plasirati na tržište i proizvoditi struju da je drugom po potrebi možeš prodati. Upravo su zbog toga vjetroelektrane slabije rješenje. Bosna upravo kreće u gradnju čak sedam novih hidrocentrala, a mi u energetske potencijalima znatno zaostajemo, što će sljedećih godina biti još uočljivije.

Valja zanemariti to što se Njemačka opredijelila protiv struje iz nuklearnih elektrana i što zatvara postojeće. Oni se zalažu za politiku energetske transformacije i žele biti prvi u uključivanju obnovljivih izvora energije i u smanjivanju stakleničkih plinova, a to čine iz ekoloških, ali i ekonomskih razloga jer je uključen i velik dio industrije. Iako je Njemačka odustala, to zemljama poput Švedske, Finske, Francuske, SAD-a, Kanade, Kine i Indije ne pada na pamet. U našem je okruženju Italija odavno napustila nuklearni program, što je potvrđeno i referendumom, Mađarska

namjerava graditi još jednu nuklearku, a Slovenija je u potrazi za partnerom za drugu elektranu s nuklearnim gorivom. Kad bi se u Hrvatskoj nacionalnim konsenzusom donijela energetska strategija i kad bi se odredilo da je za energetsku stabilnost nužna nuklearka, pitanje je gdje bi se mogla graditi. U osamdesetim su godinama prošlog stoljeća, nakon odluke o gradnji NE *Krško*, vrlo studiozno istraživane potencijalne lokacije. Tako se predviđalo ušće Drave u Dunav (na adi Tanja), Prevlaka u blizini Zagreba i otok Vir. To su dobro istražene lokacije koje su zadovoljavale osnovne kriterije, ponajprije dobro hlađenje i odvođenje viška topline te razvijen prijenosni elektroenergetski sustav. U novije se vrijeme spominje i lokacija pokraj Rogoznice posebno stoga što su se neke prijašnje lokacije znatno promijenile. Inače za gradnju je svake elektrane u najboljem slučaju potrebno godina, a mnogo se više vremena utroši na pripreme. Da se Hrvatska sada odluči za nuklearnu elektranu, trebalo bi najmanje deset godina da se ona izgradi.

### Uvozni dijelovi za vjetroelektrane

Na marginama je skupa izneseno da nije potpuno razvidna politika vezana uz vjetroelektrane, posebno stoga što se za razliku od fotonaponskih elektrana dopušta velika snaga i visoki poticaji. Čak se govori i o potrebi unapređivanja elektroenergetskog sustava na jugu Hrvatske što bi omogućilo gradnju vjetroelektrana. Nastoji se, dakle, uvoziti skupi inozemni sustav za proizvodnju energije koji radi samo kad vjetar puše, a za to će se dodatno graditi novi distribucijski sustav. Vjetroelektrane što se danas grade u Hrvatskoj gotovo su u cijelosti uvezene jer se uvoze i nosivi čelični stupovi koji bi se mogli i u nas proizvoditi, pa čak i betonski temelji. Naš je *Končar* doduše ostvario znatan napredak i razvio poseban vjetroagregat koji još nije dovoljno ispitan te nije spreman za uporabu, pa se stoga ugrađuju uvozni. Trebalo bi barem pričekati dok se naša industrija ne osposobi, a u međuvremenu raditi nešto što zaista

znamo i možemo, poput elektrana na biopljin.

Za aktivno uključivanje Hrvatske u energetska strategija Europske Unije do 2020., popularno nazvanu "20-20-20", potrebno je više ulagati u obnovljive izvore energije, ali prilagoditi i izmijeniti zakone koji su to dosad priječili. Pritom se, kao što je poznato, 20 % energije planira dobiti iz obnovljivih izvora, za 20 % povećati energetska učinkovitost i za 20 % smanjiti emisiju stakleničkih plinova. Plan je do 2020. postići da se 23 % energije

dobije iz vodne snage, 23 % iz obnovljivih izvora energije, 19 % iz ogrjevnog drva, 15 % iz prirodnog plina, 9 % iz sirove nafte, ali i 2 % iz toplinske energije.

Vjeruje se da Hrvatska ima potencijal i energetska perspektivu, posebno u obnovljivim izvorima energije s biomasom, ali i s vjetroelektranama, no vjerojatno je ipak najviše potencijala u iskorištavanju električne energije. Cilj je i do 2020. iz vjetroelektrana ostvariti 1200 MW (sada približno 130 MW), a planira se znatno povećati dobivanje energije i iz drugih obnovljivih izvora, osobito iz elektrana na biomasu, sa sadašnjih 140 na 420 MW, ali i iz fotonaponskih sustava s 45 na 250 MW.

Svjetska industrija obnovljivih izvora energije na godinu raste brže od 30 %, a prošle su godine u Europskoj Uniji obnovljivi izvori energije činili gotovo tri četvrtine svih izgrađenih energetske izvora. Trenutačno u svijetu ima više od 2,3 milijuna zaposlenih u području obnovljivih izvora, od čega polovica otpada na biomasu i biogoriva, a još je 7 mili-



Vjetroelektrane na brdu Trtar pokraj Šibenika

juna zaposleno u području energetske učinkovitosti. To su tzv. "zeleni poslovi" koji bi se mogli iskoristiti za pokretanje gospodarstva, nova zapošljavanja i konkurentu proizvodnju.

Prema analizi o mogućnostima razvoja "zelenih poslova" koju je u Hrvatskoj proveo Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP), može se dijelom procijeniti broj mogućih novih poslova u području iskorištavanja vjetra i sunca u Hrvatskoj. Iako imamo znatno više dozračene sunčeve energije, na prosječnog Austrijanca opada čak dvadeset i tri puta više instaliranih sunčevih toplinskih sustava nego na prosječnog Hrvata, a situacija je kod sunčevih sustava za proizvodnju električne energije još i nepovoljnija. Nešto je bolje u području iskorištavanja energije vjetra, jer se danas tako dobivenom električnom strujom opskrbljuje približno 100 tisuća kućanstava.

Dojam je da se u našoj energetska strategiji pokušavaju pomiriti dvije stvari koje mogu, ali i ne moraju biti me-





Turbine vjetroelektrane iznad Senja

đusobno povezane. Radi se ponajprije o znatnom nedostatku električne energije za što su potrebni veliki i izdašni izvori električne energije. Istodobno se radi i o velikom nedostatku radnih mjesta, posebno za mlade, a njih svakako neće biti bez dovoljno jeftine i pristupačne energije bez koje je nezamisliv bilo kakav snažniji gospodarski razvoj. Valja se dakle okrenuti velikim energetskim građevinama, neovisno o tome radi li se o hidroelektranama ili termoelektranama, a vjerojatno se ne treba libiti, barem ne u raspravama, ni nuklearnih elektrana. Što uostalom nedostaje državama koje imaju znatne kapacitete u nuklearnim elektranama, posebno

Francuskoj (58 nuklearki sa 63.236 MW) koja tako zadovoljava više od 75 % svojih potreba. Ne treba dakako zanemariti ni države poput SAD-a (104 nuklearke sa 101.229 MW), Rusiju (32 nuklearke s 23.084 MW), Švedsku (10 nuklearki s 9399 MW), Švicarsku (5 nuklearki s 3252 MW) i sl., ali ni nama bliske i slične države poput Mađarske (1880 MW), Rumunjske (1310 MW), Bugarske (1906 MW), Češke (3686 MW) i Slovačke (1760 MW) te činjenicu da neke zemlje koje sada nemaju nuklearki planiraju njihovu gradnju, poput Poljske (10) ili Turske (4). Važno je pritom da električnu energiju dobijemo po što nižim cijenama i da zaposlimo ili razvijemo naše gospodarske kapacitete.

Važno se također priključiti svjetskom trendu smanjivanja stakleničkih plinova, ali se i strogo pridržavati preuzetih međunarodnih obveza. Pritom dakako treba graditi i što više obnovljivih izvora energije, ali nas nitko ne priječi u tome da gradimo ono što nam je najjeftinije i što će najbolje iskoristiti naše prirodne prednosti, ali i zaposliti što više naših radnika. U gradnji vjetroelektrana mi se nikako ne možemo uspoređivati s Njemačkom ili Danskom koje na Baltiku imaju beskrajne pličake što se i ne mogu nikako drukčije iskoristiti nego za vjetroelektrane. Mi pličaka ili nemamo ili ih upotrebljavamo za turističke sadržaje, što je vjerojatno mnogo isplativije i izravno ili neizravno zapošljava gotovo cijelo primorsko stanovništvo. A zbog činjenice da našu obalu štite visoke i široke planine, niz čije se padine spuštaju vjetrovi uraganskih udara, tamo izgrađene vjetroelektrane ne samo da mogu biti neisplative, već i opasne.

### Izvori:

<http://jadranska-ulaganja.hr/hr/arhiva/projekti-pucinske-vjetroelektrane>;  
<http://www.poslovnipuls.com/2012/05/08/vjetroelektrane-na-moru-hrvatska/>;  
<http://www.hrastovic-inzenjering.hr/pri-mjena-energije/energetski-clanci/415-budunost-morskih-vjetroelektrana.html>;  
<http://cudaprirode.com/portali/vijesti-iz-hrvatske/3740-qhrvatska-treba-nuklearku-a-ne-skupe-vjetroelektraneq>

## WIND PLANTS AND RENEWABLE SOURCES OF ENERGY

Problems encountered with respect to wind plant construction, especially in coastal area, are presented. In this context, Croatia has committed itself, by its energy-use strategy and according to EU directives, to build by 2020 1200 MW of capacities for generation of electricity from wind power. It has recently been announced that the idea of building wind plants at the open sea locations is also considered as, despite the widespread impression, Croatia lacks quality inland locations for this kind of facilities. Although the most favourable locations are those situated near the sea, wind plants can not be built there because

of tourist capacities, and as the wind is often too strong, and hence inadequate for production of electric energy. Experience gained in other countries is presented, and other alternatives sources of electricity are described. It seems that a great problem lies in the fact that the lack of electricity in Croatia is often related to an increased use of renewable sources, although the connection is not so obvious as huge import of electricity can not fully be compensated by increased construction of renewable sources for generation of electricity.