

CODEN STJSAO
ZX470/1555ISSN 0562-1887
UDK 621.311.245

Physical Planning Preconditions for the Construction of Wind Power Plants

Ljudevit KRPAŃ¹⁾, Branka JELAVIĆ²⁾,
László HORVÁTH²⁾,

1) Javna ustanova „Zavod za prostorno uređenje Primorsko-goranske županije“
Public institution “County Institute for Physical Planning Primorsko-goranska County”,
Splitska 2/II, HR - 51 000 Rijeka, **Republic of Croatia**

2) Energetski institute Hrvoje Požar
Energy Institute Hrvoje Požar,
Savska cesta 163, P.O. Box 141, HR -
10 000 Zagreb, **Republic of Croatia**

ljudevit.krpan@pgz.hr

Keywords

Planning
Multi-criteria analysis
Wind power plants
Physical planning documents

Ključne riječi

Planiranje
Višekriterijska analiza
Vjetroelektrane
Dokumenti prostornog uređenja

Primljeno (Received): 2011-02-14

Prihvaćeno (Accepted): 2011-06-17

1. Uvod

Započetom reformom energetskeg sektora u Republici Hrvatskoj pokrenuti su procesi decentralizacije i liberalizacije energetskeg tržišta Republike Hrvatske. Sve to je popraćeno donošenjem seta novih zakona o energetici. Zakonom o energiji je, između ostalog, definirana obaveza jedinica područne (regionalne) samouprave da u svojim razvojnim dokumentima promišljaju i planiraju energetske potrebe na svom području.

Temeljem Strategije energetskeg razvitka RH, županije i zvanično postaju nositelji skrbljenja o energetskeg potrebama. Dakle, na lokalnoj i područnoj (regionalnoj) razini propisana je obaveza izrade razvojnih dokumenata. Pritom je osobito važna interakcija sa državnim planovima, kako bi se uvažile regionalne specifičnosti i usmjerio razvoj velikih energetskeg sustava.

Subject review

Abstract: Primorsko-goranska County attaches great importance to the issue of renewable energy sources. Both in order to minimize greenhouse gases, and to reduce large dependence on non-renewable energy sources. The paper will outline those activities that the County undertook with the aim to ensure physical planning preconditions, which will have a favourable effect on the implementation of renewable energy sources, in particular on the construction of wind power plants. Afore said can serve as a model which could be applied in other Croatian regions and elsewhere. In the focus of this paper lies the analysis of the suggested model of selecting potential locations of wind power plants developed by Energy Institute Hrvoje Požar, as well as the most recent European guidelines on this issue.

Prostorno-planski preduvjeti za gradnju vjetroelektrana

Pregledni rad

Sažetak: Obnovljivi izvori energije su za Primorsko-goransku županiju osobito važno tematsko područje. Kako zbog potrebe smanjivanja emisija stakleničkih plinova tako i zbog potrebe smanjenja velike ovisnosti o neobnovljivim izvorima energije. Kroz rad se daje pregled provedenih aktivnosti Primorsko-goranske županije u cilju osiguranju prostorno-planskih preduvjeta kojima će se potaknuti i olakšati implementacija obnovljivih izvora energije, a osobito izgradnja vjetroelektrana. Navedeno, u konačnici, može biti dobar model za primjenu i u ostalim hrvatskim, europskim pa i svjetskim regijama. U samom radu se posebno razlaže predloženi model odabira potencijalnih lokacija za smještaj vjetroelektrana izrađen od strane Energetskeg instituta Hrvoje Požar kao i najnovije Europske smjernice koje tretiraju navedenu problematiku.

Slijedom navedenog, Primorsko-goranska županija (PGŽ) je putem Županijskeg zavoda za održivi razvoj i prostorno planiranje (danas Javne ustanove Zavod za prostorno uređenje PGŽ, u daljnjem tekstu Zavod) pratila stanje u energetskeg sektoru na svom području te zainteresiranim stranama pružala osnovne podatke o energetskeg potencijalima. Poseban naglasak je dan na poticanje korištenja obnovljivih izvora energije i energetskeg efikasnosti. Stoga je, u cilju osiguranja kvalitetnih preduvjeta za korištenje obnovljivih izvora energije, izvršeno sondiranje europskeg zakonodavstva ali i tretmana navedene problematike u dokumentima prostornog uređenja nekih zemalja EU.

Temeljem navedenog postavljen je problem istraživanja koji glasi: Bez adekvatnog sustavne pristupa u prostornom planiranju kroz provođenje kvalitetnih preliminarne istraživanja i pripremu adekvatnih stručnih podloga u strateškim dokumentima prostornog

uređenja nije moguće jednoznačno odrediti optimalne lokacije za smještaj vjetroelektrana.

Iz takvog problema istraživanja determinira se predmet istraživanja: sustavno i znanstveno utemeljeno istražiti i analizirati te konzistentno formulirati i predložiti minimalno potrebnu razinu podataka za određivanje potencijalnih lokacija vjetroelektrana u prostornim planovima županija.

U okviru tako determiniranog problema i predmeta istraživanja, uvažavajući iskustva, dosadašnja saznanja i istraživanja ali i rezultate vlastitih istraživanja i smjernica za daljnja istraživanja vezana uz izradu i valoriziranje prostorno planske dokumentacije postavljena je hipoteza istraživanja koja glasi: Kvalitetnim preliminarnim ispitivanjima uz korištenje kompleksne višekriterijske analize moguće je odrediti optimalne lokacije za smještaj vjetroelektrana na razini prostornog plana županije kao temeljnog strateškog dokumenta prostornog uređenja. Na taj je način moguće kvalitativno i kvantitativno planirati razvoj vjetroelektrana u funkciji zadovoljenja gospodarskih, ekoloških, urbanističkih, ekonomskih, energetskih, tehničkih, tehnoloških, organizacijskih, sigurnosnih (...) aspekata razvoja.

Neposredno s problemom i predmetom istraživanja, te postavljenom hipotezom istraživanja određeni su svrha i cilj istraživanja.

Svrha ovog istraživanja je da se znanstveno-istraživačkim metodama pokaže i dokaže da odgovarajuća višekriterijska analiza i njena primjena kroz izradu stručnih podloga mora prethoditi izradi strateške prostorno planske dokumentacije. Na temelju kritičkih analiza postojeće strateške prostorno-planske dokumentacije Primorsko-goranske županije te prijedloga njene dogradnje dati će se znanstveni doprinos razvoja infrastrukturnog planiranja.

Cilj istraživanja je na podlozi znanstveno utemeljene metodologije istraživanja kroz uvažavanje iskustava zapadnoeuropskih zemalja i uz suradnju s nizom specijaliziranih institucija odrediti kvalitativne i kvantitativne kriterije za određivanje lokacija za smještaj vjetroelektrana.

Postavljanje svrhe i cilja istraživanja je potrebno da bi se primjereno riješio problem istraživanja, predočio predmet istraživanja, dokazala postavljena hipoteza, a sve kako bi se dali znanstveno utemeljeni odgovori na brojna aktualna pitanja vezana uz planiranje infrastrukture u prostornim planovima županija.

2. Zakonski preduvjeti za lociranje vjetroelektrana

Pod pojmom vjetroelektrana (VE) se podrazumijeva postrojenje za pretvorbu energije vjetra u električnu energiju, uključujući sva pojedinačna postrojenja koja su povezana s proizvodnjom električne energije iz energije vjetra. VE tvori više vjetroagregatskih jedinica pogodno raspoređenih u prostoru obzirom na topografiju i smjer vjetra. U zoni jedne vjetroelektrane uobičajeno je da su vjetroagregati istog tipa, međusobno

povezani i priključeni na elektroenergetski sustav preko odgovarajućeg priključnog voda i transformatorske stanice uz pomoć upravljačkih i drugih građevina ili objekata koji služe pogonu vjetroelektrane. Idealna vjetroelektrana za komercijalno iskorištavanje energije vjetra bila bi izgrađena na lokaciji s povoljnim režimom vjetra, s dobrim cestovnim pristupom, blizu elektroenergetske mreže, s dobrom mogućnošću evakuacije snage te bez sukoba s namjenom prostora i u skladu s uvjetima zaštite okoliša. No, idealne lokacije su rijetke, pa odabir lokacija uvijek traži multidisciplinarni pristup uz sagledavanje većeg broja relevantnih parametara koji mogu utjecati na daljnji razvoj projekta. Za istraživanje količine energije vjetra koristi se izraz vjetroenergija čiji se iznos može pojednostavljeno izraziti pomoću statističkih veličina od kojih je najznačajnija srednja brzina vjetra i ruža vjetrova na predmetnoj lokaciji i u njejoj blizini. Smjer vjetra je bitan zbog određivanja dominantnog vjetra, odnosno, količine energije vjetra iz pojedinog smjera što je bitno za optimiranje rasporeda vjetroagregata, odnosno minimiranje energetskih gubitaka zbog njihova međusobna zaklanjanja (tzv. *wake* efekt).

Energija vjetra ima mnoge ekološke prednosti, od kojih je najznačajnija izbjegavanje emisije štetnih plinova, ali neki njezini utjecaji mogu ograničiti njezino korištenje. Iako se većina negativnih utjecaja može izbjeći pravilnim pozicioniranjem vjetroagregata, neki utjecaji su neizbježni, poput vizualnog utjecaja elektrane ili zauzimanja prostora potrebnog za njezino neometano funkcioniranje. No, s druge strane da bi vjetroelektrane imale financijsku opravdanost potrebno ih je locirati na područja izdašna vjetrom. To su najčešće upravo vrhovi i sljemena brda, visoravni, morska pučina i sl., otvorena na sve smjerove vjetra, ali i centri atrakcije u prostoru jer predstavljaju najisturenije, odnosno vizualno najizloženije točke. Vjetroelektrane će se stoga izgraditi samo ako je moguće pomiriti ovakve suprotstavljene zahtjeve. Ukoliko je sukob nepomirljiv potrebno ga je što prije prepoznati kako bi se izbjegli nepotrebni financijski troškovi i pozornost usmjerila na područja koja imaju bolje predispozicije za razvoj.

2.1. EU direktive za lociranje vjetroelektrana

Tijekom siječnja 2008. godine Europska komisija je usvojila Direktivu o korištenju obnovljivih izvora energije i uputila ih u Europski parlament na usvajanje. Najznačajnije odredbe odnosile su se na plan 3x20% do 2020.g., što u stvari predstavlja nastojanje da zemlje Europske unije do 2020. godine:

- smanje emisije stakleničkih plinova za 20%,
- povećaju udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskej potrošnji na 20%,
- povećaju energetske efikasnost za 20%, te
- povećaju udio biogoriva na 10%.

Kao bazna godina određena je 1990. godina. Direktivom se ovisno o pojedinoj članici EU propisuju i njene obaveze u realizaciji zacrtanih ciljeva (a temeljem podataka o učešću OIE u ukupnoj potrošnji energije od

2005.g.). Značajka je ove Direktive da se po prvi puta na jednom mjestu govori o svim obnovljivim izvorima energije te potrošnji energije bilo da se radi o grijanju-hlađenju, električnoj energiji ili biogorivu (2. generacije kako se za njegovu proizvodnju ne bi koristile ratarske površine namijenjene proizvodnji hrane) kao i energetske efikasnosti. Zadani ciljevi do 2020. godine nisu isti za sve zemlje članice EU, već ovise o dostignutom stupnju korištenja OIE.

Europska komisija je sredinom 2010. godine usvojila smjernice kojima upućuje na promišljanje razvoja vjetroelektrana sukladno Natuiri 2000. [1] Naglašena je potreba strateškog promišljanja smještaja vjetroelektrana u skladu sa prirodnim datostima i ograničenjima. Posebno se ističe međudnos EU direktiva vezanih uz zaštitu prirode i razvoj VE. Sa stanovišta izgradnje VE dvije su grupe EU direktiva koje problematiku tretiraju ovisno o samoj lokaciji. Prva tretira zone unutar ili u neposrednoj blizini područja uključenih u Naturu 2000 a druga sva ostala područja. Za lokacije u i uz Naturu 2000 obavezno je provođenje Analize mogućeg utjecaja¹ te se ondje gdje se utvrdi potreba moraju odrediti nužni uvjeti smještaja. Osim navedenog utjecaj vjetroelektrana na prostor se utvrđuje Strateškom procjenom utjecaja plana i programa na prostor² te Studijom utjecaja na okoliš³. Pritom se u analizi utjecaja VE na okoliš mora imati na umu da se u razmatranje uključe svi objekti koji čine funkcionalnu cjelinu VE kao što su prometnica, električne mreže, stup za mjerenje brzine vjetra, temelji, privremeni objekti nužni za gradnju, itd.

Kako bi se zadovoljili osnovni standardi i minimalni tehnički uvjeti nužno je da se objekti adekvatno i stručno planiraju i prate. Utvrđeno je da kvalitetno lociranje VE u strateškim dokumentima prostornog uređenja predstavlja ključan čimbenik za realizaciju projekta. Drugim riječima, predstavlja koristan alat za osiguranje brzog razvoja VE na širem području uz maksimalnu zaštitu visoko osjetljivog prostora. Odabir lokacija se ne temelji samo na tehničkim parametrima kao što su snaga i smjer vjetra, pristupačnost elektroenergetskoj mreži, itd., već i na ekološkim parametrima kao što su izbjegavanje zaštićenih područja prirode, kulturno-povijesnih cjelina i sl.

Korištenjem zemljopisno informacijskog sustava (GIS) znatno je pojednostavljeno prikupljanje podataka na strateškoj razini. Prikupljeni podaci prikazani na kartama pomažu lokalnoj zajednici da detektira potencijalne zone za smještaj VE. Može se reći da temeljni korak strateškog promišljanja predstavlja izrada pregledne karte osjetljivosti područja. Na razini strateškog promišljanja time se omogućuje identifikacija utjecajnih zona VE na okoliš (vrlo mali, srednji ili značajan utjecaj na okoliš). Takve karte mogu naglasiti

kumulativni utjecaj VE u pojedinim regijama i pomoći u određivanju optimalnog kapaciteta VE ili pak istaknuti ona područja na kojima bi implementacija mjera zaštite bila vrlo skupa te bi cijeli projekt sa stanovišta investicije bio neisplativ. Ovi se aspekti moraju istražiti kao dio inicijalnog plana razvoja te se detaljnije analize moraju izvršiti kroz izradu SEA, EIA ili AA na razini projekata. Ovakav strateški pristup planiranju ne samo da omogućava da konačni rezultat bude kvalitetan i provediv već smanjuje rizike od nenadanih poteškoća i kašnjenja u kasnijim fazama realizacije projekta.

Iskustva Njemačke, Danske, Španjolske i Velike Britanije ilustriraju da, ukoliko se VE kvalitetno pozicioniraju u dokumentima prostornog uređenja, nemaju gotovo nikakvog utjecaja na okoliš. Gledano sa stanovišta regije i lokalne zajednice strateški dokumenti prostornog uređenje tretiraju šire područje obuhvata i u kombinaciji sa zonama zaštite okoliša dopuštaju donošenje strateških odluka o veličini i položaju zona VE unutar promatranog prostora odnosno njihovo primjereno dimenzioniranje.

Postojeći okviri planiranja prije svega tretiraju planiranje VE na kopnu. No u zemljama sjevera EU najveći potencijali su upravo na moru te su stoga razvijeni i određeni kriteriji spram lociranja VE ovisno o pomorskom prometu, ribarstvu, marikulturi, zonama rekreacije, itd. Stoga, prostorno planiranje morskih zona može biti osnovi alat održivog razvoja morskih prostora i obalnih regija. Tijekom 2008. Europska komisija je objavila Communication on Maritime Spatial Planning (MSP) koji se fokusira na dostizanju osnovnih načela EU. Pomože ulagačima i lokalnoj zajednici da koordiniraju aktivnosti i optimiziraju korištenje morskog prostora u korist zaštite mora i ekonomskog dobitka.

Europska agencija za okoliš je izradila detaljnu kartu vjetroenergijala prostora EU (na kopnu i moru) kako bi pomogla zemljama članicama da odrede optimalne lokacije za VE. Kopneno područje s puno vjetroenergijala je koncentrirano uglavnom na poljoprivrednom i industrijskom području Sjeverozapadne Europe. Slično, najveći offshore potencijal se može vidjeti na području zona malih dubina na Sjevernom moru, Baltičkom moru i Atlantskom oceanu uz male lokalne potencijale na području Mediterana i Crnog mora.

Nekoliko je kritičnih čimbenika u promišljanju lociranja zona VE:

- kapaciteti za razvoj VE (npr. brzina vjetra, dostupnost elektroenergetskoj mreži, ostali prostorni, ekonomski i socijalni čimbenici),
- lokacija sukladna prostornim sadržajima i ograničenjima uključujući i zaštitu prostora.

Sa stanovišta investitora i izvedivosti projekta mogućnost priključka na elektroenergetsku mrežu i prometnice, uz odgovarajući vjetroenergijal lokacije, predstavljaju ključne čimbenika u promišljanju razvoja VE. Kako obje infrastrukture mogu imati značajan

¹ Engl. Appropriate Assessment - AA

² Engl. Strategic Environmental Assessment - SEA

³ Engl. Environmental Impact Assessment - EIA

utjecaj na prirodu i bioraznolikost najbolje ih je uzeti u obzir u ranim fazama planiranja. Kada se govori o izgradnji VE na moru potiče se njihovo povezivanje na državnu i međudržavnu elektroenergetsku mrežu. Mapiranjem prijenosne mreže i isticanjem njenih kapaciteta također se mogu istaknuti potencijalne lokacije te se potreba za gradnjom nove mreže može minimizirati.

Da bi se realizirala izgradnja VE nužno je utvrditi financijsku isplativost projekta. U obzir treba uzeti cijenu gradnje, eksploatacije i održavanja kao i niz socijalnih elemenata i elemenata zaštite okoliša. Temeljem navedenog, a u cilju poticanja ulaganja, Europska komisija je izvršila analizu „ekonomskih potencijala“ pojedinih zona baziranih na prognozi cijene razvoja i eksploatacije VE u 2020. i 2030. godini u odnosu na potencijalnu dobit ostvarenu prodajom proizvedene energije. Navedeno zapravo predstavlja pravi vodič za potencijalne ulagače obzirom da definira visinu potrebnih ulaganja po proizvedenom kWh za svaku od potencijalnih zona VE.

2.2. Zakonski preduvjeti Republike Hrvatske za lociranje vjetroelektrana

Zakonom o prostornom uređenju i gradnji je definirano da se vjetroelektrane ne smiju graditi na području otoka i 1.000 metara od morske obale. Zakonom o energiji i Zakonom o tržištu električne energije su određene temeljne smjernice za izgradnju i eksploataciju vjetroelektrana te njihovo povezivanje sa prijenosnom i distributivnom elektroenergetskom mrežom. Naravno, preduvjet za izgradnju vjetroelektrana je i njihovo definiranje u dokumentima prostornog uređenja.

Dokument temeljem kojeg se provodi čitav postupak pripreme VE za gradnju je Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije. Kao jedan od ključnih ciljeva se ističe poticanje korištenja OIE u cilju smanjenja dugoročne ovisnosti o uveznoj energiji te smanjenje utjecaja upotrebe fosilnih goriva na okoliš. Posebno je važno naglasiti da se prije izdavanja lokacijske dozvole za vjetroelektranu mora izraditi i prihvatiti Studija utjecaja vjetroelektrane na okoliš.

Uredbom o minimalnom udjelu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije (OIE) i kogeneracije čija se proizvodnja potiče je određeno da će Republika Hrvatska do 31. prosinca 2010. godine osigurati minimalni udio električne energije dobiven iz obnovljivih izvora energije u ukupnoj proizvodnji električne energije od 5,8%. Izmjenama i dopunama ove Uredbe (Narodne novine br. 8/11) ovaj cilj je određen za 2020.g. u iznosu od 13,6% ukupne neposredne potrošnje električne energije bez proizvodnje iz hidroelektrana većih od 10 MW. Također je određeno da svu električnu energiju koju proizvede povlašteni proizvođač iz postrojenja koja koriste OIE i kogeneracije otkupljuje operator tržišta odnosno svaki pojedini opskrbljivač (u našem slučaju HEP).

Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz OIE i kogeneracije određuje pravo povlaštenih proizvođača

električne energije na poticajnu cijenu električne energije koju operator tržišta plaća za isporučenu električnu energiju. Vjetroelektrana priključena na prijenosnu ili distribucijsku mrežu koja koriste OIE instalirane snage preko 1MW imao je inicijalno pravo na 0,65 kn/kWh proizvedene el. energije. Zbog indeksacije tarifa obnovljivih izvora energije za indeks potrošačkih cijena, tarifa za vjetroelektrane u 2011. g. iznosi 0,734 kn/kWh. Važno je reći da se Ugovor o otkupu električne energije iz OIE i kogeneracija u RH sklapa na vrijeme od 12 godina.⁴ Ovdje je određeno da jedinice lokalne samouprave (uz eventualne druge koristi koje bilateralno ugovore sa investitorom) imaju pravo na naknadu od 0,01 kn/kWh proizvedene električne energije. Za jedinice regionalne samouprave na čijem se administrativnom području grade VE nije propisana obavezna naknada.

Uredbom o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz OIE i kogeneracija je određeno da navedenu naknadu plaća kupac električne energije (za 2010. g. iznosi 0,005 kn/kWh+PDV).

Bitno je istaknuti da investitor u zahtjevu za Prethodno energetske odobrenje između ostalog mora priložiti i grafički prilog koji sadrži skicu postavljanja ili gradnje uređaja na lokaciji za ispitivanje potencijala obnovljivih izvora energije s podacima uključujući grafički prilog u mjerilu 1:25.000 u kojem je nositelj projekta definirao uži⁵ i širi⁶ prostor VE. Prostorni podaci koje prilaže podnositelj zahtjeva moraju biti ucrtani na topografsku kartu mjerila 1:25.000. Prostor od interesa za obavljanje ispitivanja mora biti definiran geodetskim točkama (Gauss-Krügerova projekcija). Pozicija točke određena je nazivom točke, x koordinatom (u smjeru sjevera) i y koordinatom (u smjeru istoka) te neobavezno koordinatom z (nadmorskom visinom), o prostoru ispitivanja. Također mora imati i suglasnost za obavljanje ispitivanja središnjeg tijela državne uprave nadležnog za poslove zračnog prometa, ako se lokacija na kojoj će se postaviti ili graditi uređaj za ispitivanje potencijala vjetra nalazi u blizini aerodroma. Potrebno je nadalje i rješenje nadležnog tijela o tipskom projektu

⁴ Što je relativno kratak period trajanja Ugovora. U zemljama EU uobičajeni je rok od 20 godina.

⁵ Uži prostor vjetroelektrane (lokacija vjetroelektrane) – prostor u užoj okolini vjetroelektrane određen zamišljenom linijom na kojoj je imisija buke iz vjetroelektrane ublažena do razine propisom dopuštenih vrijednosti i u kojem su dopuštene vjetroelektranama komplementarne aktivnosti (stočarstvo, poljoprivreda, gospodarenje šumama, mala prerađivačka industrija, odlaganje otpada, promet i sl.).

⁶ Širi prostor vjetroelektrane – prostor u široj okolini vjetroelektrane koji je potreban za nesmetani rad izgrađene vjetroelektrane. Minimalna udaljenost najbliže vjetroturbine planirane vjetroelektrane je 2.000 m zračne udaljenosti od najbliže vjetroturbine izgrađene vjetroelektrane, sve dok se ne radi o proširenju izgrađene vjetroelektrane.

prema odredbama Zakona o prostornom uređenju i gradnji za mjerni stup, izdano toj pravnoj osobi ili ugovor s pravnom osobom kojoj je izdano rješenje o tipskom projektu o korištenju tog tipskog projekta, ako se uređaj za mjerenje potencijala vjetra gradi.

Tablica 1. Kriterij za utvrđivanje veličine potrebnog prostora ispitivanja za postrojenje vjetroelektrane

Instalirana snaga (MW)	Površina tlocrtne projekcije prostora ispitivanja (km ²)
0-10	0-4
10-20	4-8
20-50	8-20
50-100	20-40

Izvor: Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN 67/07, prilog 5)

Za postrojenja vjetroelektrana prostor ispitivanja mora ispunjavati sljedeće uvjete:

- sigurnosna udaljenost mjernog stupa od elektroenergetskog voda mora biti minimalno 50 m,
- prostor ispitivanja obuhvaća prizemni sloj atmosfere u visini 200 m iznad tla unutar granica koje određuju koordinate geodetskih točaka koje je podnositelj zahtjeva za izdavanje prethodnog odobrenja ucrtao na topografskoj karti u mjerilu 1:25.000,
- svaki projekt može biti pridijeljen samo jednom neprekinutom prostoru ispitivanja,
- prostor ispitivanja obuhvaća minimalno potreban prostor za planiranje VE, odnosno prostornu cjelinu prikladnu za gradnju vjetroelektrana,
- ukoliko zahtijevani prostor ispitivanja zahvaća već ranije odobreni prostor ispitivanja, prethodno odobrenje može se izdati ako se zahtjevu priloži i suglasnost nositelja projekta koji je već ranije ishodio prethodno odobrenje za dio prostora ispitivanja koji se preklapa.

Uzimajući u obzir propise EU izvršena je i analiza dostupne zakonske regulative RH iz segmenta zaštite okoliša. Utvrđeno je kako je Zakonom o zaštiti okoliša stvoren preduvjet za donošenje podzakonskih akata kojima se određuju uvjeti za određivanje utjecaja pojedinih aktivnosti u prostoru. To se prije svega odnosi na Uredbu o strateškoj procjeni plana i programa na okoliš. Navedena procjena ima za cilj utvrditi, između ostalog, utjecaj koncepcija rješenja predloženih u dokumentima prostornog uređenja na okoliš. Isto tako usvojena je i Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš kojom se, između ostalih, propisuje potreba izrade Studija utjecaja na okoliš u fazi prije ishodovanja lokacijske dozvole i za vjetroelektrane snage veće od 20MW_{el} odnosno potreba izrade ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš za VE snage veće od 10 MW_{el} kao i sve druge infrastrukturne projekte. Isto tako, temeljem Zakona o zaštiti prirode je usvojen Pravilnik o ocjeni prihvatljivosti zahvata za prirodu. Pritom se u prvom koraku utvrđuje potreba izrade

ocjene te ukoliko je potrebna ista se vrši temeljem propisanog sadržaja i procedure. Ako je ocjenom o prihvatljivosti zahvata planirani zahvat prihvatljiv, Ministarstvo kulture izdaje rješenje o dopuštenju zahvata. Rješenjem se utvrđuju i uvjeti zaštite prirode koji sadrže i kompenzacijske uvjete te plaćanje jamčevine za otklanjanje mogućih posljedica na prirodu do visine predviđenih troškova potrebnih za otklanjanje mogućih posljedica, način plaćanja i povrata jamčevine. Ako je ocjenom o prihvatljivosti zahvata za prirodu planirani zahvat neprihvatljiv, resorno Ministarstvo izdaje rješenje kojim odbija zahtjev za izvođenje zahvata u prirodi. Iznimno, ako planirani zahvat nije prihvatljiv za prirodu, zbog javnog interesa, uključujući one gospodarske i socijalne naravi, ili zbog pomanjkanja drugih pogodnih rješenja, Vlada može izdati dopuštenje za provođenje planiranog zahvata, uz prethodno provedenu javnu raspravu. Dopuštenje mora sadržavati kompenzacijske uvjete. Pritom oblici kompenzacijskih uvjeta mogu biti:

- uspostavljanje kompenzacijskog područja, koji ima iste ili slične značajke oštećene prirode,
- uspostavljanje drugog područja značajnog za očuvanje biološke i krajobrazne raznolikosti, odnosno za zaštitu prirodnih vrijednosti,
- plaćanje novčanog iznosa u vrijednosti prouzročenog oštećenja prirode u slučaju da nije moguće provesti sanacijske ili druge kompenzacijske uvjete.

Temeljem navedenog se može utvrditi kako je važeća zakonska regulative Republike Hrvatske u segmentu prostornog planiranja i zaštite usklađena sa propisima EU. Ipak, zbog tehničkih ograničenja u sustavu i nedovoljno kvalitetnih zakonskih rješenja investitorima je izuzetno otežano ishođenje lokacijskih dozvola. Jedan od razloga je i nemogućnost ishođenja prethodno elektroenergetske suglasnosti (PEES) od Hrvatske elektroprivrede. Razlog tomu leži u ograničenoj mogućnosti prihvata vjetroelektrana u elektroenergetskom sustavu (EES), odnosno ograničenih regulacijskih sposobnosti postojećeg EES-a. PEES su investitorima izdavane po pristizanju zahtjeva. Međutim, obzirom da je ukupna kvota PEES-a ispunjena svi ostali potencijalni investitori moraju obustaviti svoje aktivnosti obzirom da nisu u mogućnosti ishoditi sve potrebe dozvole. Navedeno je tim značajnije ako se stavi u prostornu korelaciju. Naime za područje sjevernog Jadrana nije izdana niti jedna PEES što ujedno znači da u dogledno vrijeme na tom području neće biti moguće ulaganja u realizaciju projekata VE čak i uz preduvjet postojanja kvalitetnih investitora. Svjesni navedenoga, a u cilju poticanja investitora i investicija PGŽ je intenzivirala pripremne aktivnosti u cilju osiguranja prostorno-planskih preduvjeta za gradnju VE. Istovremeno se kroz kontinuirane inicijative zalaže za izmjene zakonske regulative i korekcije spornih ograničenja na način da se

osigura regionalna zastupljenost VE, uz osiguranje tehničkih preduvjeta za njihovu integraciju⁷.

3. Dosadašnja istraživanja i stanje prostorno-planske dokumentacije

Na području Primorsko-goranske županije, obzirom na geostrateški položaj, iskazani su značajni interesi za investicije u obnovljive izvore energije, a samim time i u investiranje u korištenje energije vjetra.

U cilju utvrđivanja svih dosadašnjih istraživanja vjetropotencijala na području PGŽ izvršena je analiza ukupno dostupnih stručnih studija i elaborata izrađenih za predmetno područje. Utvrđeno je kako je Hrvatska elektroprivreda d.d. izradila elaborat „Makrolokacije za vjetroelektrane PGŽ“ (lipanj 1997.g. i listopad 1998.g.). Izrađen je i usvojen, u sklopu izrade nacionalnih energetskih programa, ENWIND-Program korištenja energije vjetra (Energetski institut Hrvoje Požar-EIHP; 1998.-2001.).

Nažalost većina detektiranih potencijalno povoljnih lokacija se nalazila na otocima ili unutar 1.000 m od obalne crte, odnosno unutar zaštićenog obalnog pojasa. Stoga se može zaključiti da se provedena istraživanja ne mogu iskoristiti za potrebe izrade dokumenata prostornog uređenja obzirom da tretiraju upravo ona područja na kojima je, prema Zakonu o prostornom uređenju i gradnji, gradnja vjetroelektrana zabranjena.

Analizirana je i ukupna strateška prostorno-planska dokumentacija⁸ područja PGŽ. Prostornim planom Primorsko-goranske županije (PPPGŽ; SN 14/00; 10/05; 50/06; 8/09; čl. 97) eksplicitno se potiče korištenje OIE i EE, te se obavezuju jedinice lokalne samouprave da u svojim planovima razmotre mogućnost korištenja dopunskih izvora energije. Članak 97. PPPGŽ glasi: *“Planom se predviđa racionalno korištenje energije korištenjem dopunskih izvora ovisno o energetskim i gospodarskim potencijalima pojedinih područja. Dopunski izvori energije su prirodno obnovljivi izvori energije vode, sunca, vjetra, te prema lokalnim prilikama toplina iz industrije, otpada i okoline. Prilikom razmatranja energetskog sustava u prostornom planu uređenja općine ili grada potrebno je razmotriti mogućnost korištenja dopunskih izvora energije.”* [2]

Obzirom da se prostorni planovi županija izrađuju na topografskim podlogama mjerila 1:100.000 smatralo se neprimjerenim da se utvrde točne mikrolokacije za smještaj VE (jer bi se time ograničile eventualne ostale potencijalne lokacije). Stoga je propisana znatno šira formulacija koja ostavlja mogućnost implementacije VE

u dogovoru i u suradnji sa jedinicama lokalne samouprave i resornim Ministarstvom. Slijedom obaveze zadane planom višeg reda, u ovom slučaju PPPGŽ, jedinice lokalne samouprave su u svojoj prostorno-planskoj dokumentaciji morale preuzeti navedene strateške ciljeve te su imale mogućnost definiranja optimalnih lokacija za smještaj VE na svom području.

Za područje PGŽ usvojena su četiri prostorna plana područja posebnih obilježja. Dva plana (za Nacionalni park Risnjak i Park prirode Učka) samo u tekstualnom dijelu načelno podržavaju korištenje obnovljivih izvora energije i to uglavnom energiju sunca i biomase. Ostala dva plana (Tramuntane na Cresu i Vinodolske doline) niti u tekstualnom niti u grafičkom dijelu eksplicitno ne artikuliraju mogućnost korištenja obnovljivih izvora energije.

Analizom do sada usvojenih prostornih planova uređenja gradova/općina (PPUG/O) na području PGŽ utvrđeno je da su potencijalne konkretne lokacije za smještaj vjetroparkova odnosno područja za postavljanje mjernih instrumenata definirane na području Grada Novi Vinodolski i Općine Fužine. Isto tako može se konstatirati da je u ostalim do sada usvojenim PPUO/G ostavljena mogućnost korištenja OIE odnosno smještaja mjernih stanica za mjerenje vjetropotencijala.

U kontinuiranim interaktivnim promišljanjima između Zavoda, jedinica lokalne samouprave i Upravnog odjela za graditeljstvo i zaštitu okoliša PGŽ (zaduženog za izdavanje dokumenata za gradnju) utvrđen je cijeli niz detalja koji otežavaju realizaciju navedenih projekata. Kao jedan od ključnih je i doslovno citiranje odredbi članka 97. županijskog plana u planove jedinica lokalne samouprave. Time je zapravo u potpunosti izostala detaljnija analiza administrativnih područja pojedinih JLS. Isto tako izostali su minimalni uvjeti za gradnju navedenih građevina što u fazi ishoda dozvoljava zapravo znači da nema osnove za određivanje uvjeta gradnje odnosno za izdavanje dokumenata za gradnju te dolazi do blokade i u konačnici do potpunog odustajanja od projekta.

Uvidjevši navedene trendove PGŽ se odlučila na proaktivno djelovanje u promicanju korištenja obnovljivih izvora energije pa i u segmentu korištenja energije vjetra. U prvom je koraku napravljena analiza ukupnih dosadašnjih istraživanja vjetropotencijala na prostoru PGŽ te cjelokupne strateške prostorno-planske dokumentacije, zatim su analizirana europska iskustva te potom izrađena procjena potencijalnih lokacija za smještaj VE.

U cilju utvrđivanja kvalitetnih prostorno-planskih preduvjeta za smještaj VE izvršeno je i ciljano istraživanje iskustava zemalja u regiji. Kroz angažman u CPMR⁹-u, Izvršnom odboru radne grupe za energiju, organiziran je niz tematskih sastanaka u cilju analize europskih iskustava. Kroz razgovore i suradnju sa

⁷ Kao primjerice povećaju rezerve sustava odnosno nedostatak rezervi nadomjesti kroz kompenzacijske kapacitete elektrana zemalja u regiji.

⁸ Pod strateškom prostorno planskom dokumentacijom podrazumijeva se Strategija i Program prostornog uređenja RH, prostorni plan županije, prostorni planovi područja posebnog obilježja te planovi prostornog uređenja općina i gradova.

⁹ Konferencija priobalnih perifernih regija, eng. Conference of peripheral maritime regiona

predstavnicima regionalne zajednice (španjolskih regija Navarra i Cantabria) utvrđene su minimalne aktivnosti potrebne za tretiranje navedene problematike. Kroz suradnju sa GTZ¹⁰-om organiziran je studijski posjet na sjever Republike Njemačke u saveznu pokrajinu Donju Sasku. Kako se radi o jednoj od najrazvijenijih regija u domeni iskorištavanja energije vjetra izvršena je analiza njihovog zakonodavnog okvira te potom i sadržaja dokumenata prostornog uređenja. Posebno detaljno je obrađeno područje regije Cuxhaven i samog grada Cuxhavena. Utvrđeno je kako se lokacije za smještaj VE detektiraju na razini regionalnih planova (mjerila 1:50.000) gdje se utvrđuju potencijalni limitirajući čimbenici gradnje (poput seizmoloških uvjeta lokacije, zaštićenih područja i sl.) dok se dozvole za gradnju izdaju na razini provedbene dokumentacije. Bitno je reći da se Donja Saska nalazi na Sjevernom moru te kao takva graniči sa najizdašnjim potencijalnim lokacijama za smještaj offshore VE u Sjevernom moru, a koje su u cijelosti pod nadzorom savezne države¹¹.

Izvršen je i obilazak lokacija VE Corleto Perticara (na području između Napolija i Baria u regiji Basilicata u Italiji) kao jednog od objekata koje je izgradio i kojim upravlja investitor zainteresiran za ulaganje i u PGŽ. Isto tako je u organizaciji ICLEI-a tijekom 2007. godine organiziran posjet Njemačkoj saveznoj pokrajini Baden-Württemberg odnosno gradu Freiburgu. U okviru istoga izvršen je obilazak VE smještenog na brdu u neposrednoj blizini. VE se sastoji od samo jednog vjetrogeneratora i u potpunosti je u privatnom vlasništvu stanovnika sela u neposrednoj blizini. Iz razgovora je istaknuto kako isti predstavlja značajan financijski prihod vlasnicima. Navedena inicijativa prema zakonima RH se ne može iskoristiti u Hrvatskoj.

Potom je putem weba analizirana dostupna stručna i znanstvena literatura. Pritom su vrlo interesantna Danska iskustva obzirom da su još 2004. imali instalirano oko 2.936 MW u VE. Njihovo istraživanje je analiziralo fenomen korelacije prostornog planiranja i implementacije projekata korištenja energije vjetra. Samo istraživanje daje odgovor kako prostorno planiranje može pomoći kvalitetnoj implementaciji projekata VE. Danska ima tri razine vlasti i to nacionalnu, regionalnu (županijsku) i lokalnu uz snažnu decentralizaciju i jasnu podjelu ovlasti i zaduženja. Prostorno planska dokumentacija je podijeljena na četiri razine: nacionalnu, regionalnu, planove JLS te detaljne planove. Planovi nacionalne razine artikuliraju smjernice i planove EU te zacrtavaju nacionalne ciljeve. Planovi regija i JLS navedene ciljeve razrađuju i ispunjavaju. Kada se govori o planiranju VE, može se

utvrditi da se nacionalnim planom određuju okviri i ciljevi dok se lokacije VE detaljnije razrađuju na nižim razinama planiranja. Regionalni plan određuje grube lokacije VE i upute za njihovu kvalitetnu prostornu integraciju. Planovi JLS nadalje mogu utvrditi i detaljnije uvjete lociranja. Dok, za projekte za koje nije potrebna procjena utjecaja na okoliš i prirodu, detaljni (lokalni) planovi određuju uvjete za gradnju i osnova su za ishodenje dozvola za gradnju. Može se zaključiti kako je, poput Njemačke, i u Danskoj za izgradnju VE nužna izrada detaljnih urbanističkih planova odnosno ishodenje dokumenta za gradnju nije moguće temeljem nacionalnih, regionalnih ili općinskih planova uređenja. [3]

4. Općenito o višekriterijskoj analizi

Donošenje odluke je problem koji se pojavljuje u svakoj djelatnosti. Za izbor konačne varijante rješenja postoje različite strategije izbora najboljeg rješenja: jednokriterijska i višekriterijska optimizacija, zadovoljenje, eliminacija po kriteriju, postupno poboljšanje i uzastopno ispitivanje i drugi. U kontekstu višekriterijske optimizacije, problem odlučivanja se najčešće promatra kao problem u kojem se donositelj odluke mora opredijeliti za jednu od alternativa uzimajući u obzir sve relevantne faktore, odnosno kriterije. Kako su kriteriji u pravilu konfliktni, odabir donositelja odluke neće biti optimalno rješenje u tradicionalnom smislu, već je riječ ustvari o zadovoljavajućem rješenju od kojeg u danoj situaciji ne postoji bolje. Vrednovanje mogućih odluka podložno je subjektivnom dojmu donositelja odluke te ovisi i o težinama, odnosno važnostima kriterija. [4]

Kako u odabiru najpovoljnije - optimalne varijante/rješenja u prostornom planiranju ne sudjeluju samo stručnjaci, nego presudnu ulogu vrlo često imaju političari (bez specijaliziranih stručnih znanja), višekriterijska optimizacija je vrlo „objektivan“ alat za prezentiranje uistinu najpovoljnijeg rješenja uz navedene pretpostavke. [5]

Višekriterijska analiza/optimizacija kao postupak izbora najboljeg rješenja podrazumijeva odabir one optimalne varijante koja daje optimalnu vrijednost funkcije cilja prema unaprijed određenim kriterijima. Pri odlučivanju o izboru optimalnog rješenja u obzir se uzimaju svi činitelji, pozitivni i negativni. Većina tehnika razvijenih za operacijska istraživanja nisu prikladne za izbor lokacije gospodarskih djelatnosti. To je iz razloga što se ne vodi računa o trendu razvoja, osiguranja od rizika i iskorištenju lokalnih prednosti. Poradi toga je potrebno koristiti metode kojima se prakticira intuicija, iskustvo i profesionalnost. Postupci višekriterijske optimizacije prihvatljivi su uz određene pretpostavke, kao što su:

- pomno definiranje kriterija i objektivna procjena težine kriterija,
- detaljna razrada varijantnih rješenja,
- suradnja stručnjaka različitih profila i predstavnika društvene zajednice.

¹⁰ Njemačko društvo za tehničku suradnju, njem. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH

¹¹ Prema njemačkom zakonodavstvu na udaljenosti od 12 Nm od obale jurisdikcija i upravljanje morem prelazi sa državne na saveznu razinu.

Svaki višekriterijski problem sadrži više različitih, i najčešće konfliktnih, kriterija koji mogu biti od različite važnosti za donosioca odluke. Većina metoda za odabir najbolje alternative tj. općenito metoda za višekriterijsko odlučivanje, zahtijeva informacije o relativnoj važnosti svakog atributa, odnosno kriterija. Važno je dobro odrediti kriterije i mjere prema kojima se provodi optimizacija jer o njihovoj kvaliteti izravno ovisi kvaliteta provedenog postupka izbora najbolje varijante te ispravnost konačne odluke. U definiranju kriterija nužno moraju sudjelovati stručnjaci kako procjena težine kriterija ne bi podlegne subjektivnom pristupu. Objektivna procjena kriterija (kao skupa ulaznih podataka) utječe na kvalitetu izlaznih podataka - rangiranje rješenja. Za procjenjivanje stupnja važnosti kriterija postoji niz metoda koje u potpunosti ovise o ljudskoj prosudbi. Tehnike u toj kategoriji mogu se odnositi na pojedinca ili na grupu ljudi. Pri tom procjenu važnosti kriterija mora dati sam donosilac odluke ili se mišljenje o tome traži od grupe eksperata. Članovi te grupe moraju se sastojati od eksperata iz razmatranog područja, uključujući, po mogućnosti, nekog od odgovornih donositelja odluke.

Tijekom postupka odabira optimalnog rješenja nužno je razmatranje više varijanti koje, da bi se mogle međusobno uspoređivati, moraju biti razrađene do iste razine. Viša razina razrade znači veća početna ulaganja, ali jamči s većom sigurnošću usvajanje najboljeg od ponuđenih rješenja.

Donošenje primjerenih odluka za rješavanje problema u svim fazama jedna je od bitnih pretpostavki za ostvarivanje željenih efekata upravljanja i odlučivanja. Sukladno tome, u definiranju određenih smjernica, mjera i aktivnosti od velike su važnosti primijenjeni postupci i načini donošenja odluka koji zavise od: strukturiranosti (složenosti) problema, formuliranih (željenih) ciljeva i neželjenih efekata, brojnosti i prirodi kriterija (aspekata) odlučivanja te raznih drugih čimbenika specifičnih za predmetni problem istraživanja. Uvažavajući metodologiju postupka višekriterijske analize, treba istaknuti da primjena višekriterijske optimizacije u prostornom planiranju podrazumijeva sustavnu analizu problema. Sustavna analiza, kao racionalni postupak za donošenje odluka na osnovi sustavne i efikasne organizacije i analize dostupnih informacija, se može koristiti za analizu i rješavanje raznih složenih problema, a sastoji se od sljedećih elemenata odnosno koraka: [6]

- uočavanje problema,
- orijentacija,
- definiranje problema (ciljeva, kriterija, mjera, granica i plana rada),
- utvrđivanje stanja problema,
- proučavanje stanja problema,
- generiranje varijanti i izbor najpovoljnije varijante,
- oblikovanje rješenja,
- provedba rješenja,

– usavršavanje postupaka rješavanja problema.

Nakon svakog koraka u rješavanju problema/zadatka potrebno je donijeti zaključak je li rješavanje do tog trenutka zadovoljavajuće. Ako je odgovor pozitivan, prelazi se na idući korak u algoritmu rješavanja problema, u suprotnom vraća se na neki od prethodnih koraka. Ponekad je potrebno vratiti se na sam početak ili na neki od koraka algoritma za koji se smatra da je u njemu nešto propušteno ili loše određeno.

U pravilu, zacrtane lokacije infrastrukturnih objekata mogu se prihvatiti ako ponuđeno rješenje istodobno zadovoljava kriterije i standarde zaštite okoliša i gospodarske kriterije. U načelu te dvije skupine kriterija istodobno ne zadovoljavaju zbog unaprijed postavljenih ciljeva. Stoga se i predviđaju promjene u varijantama rješenja dok se ne nađu najbolji uvjeti u obostranom interesu. Za prihvaćeno rješenje obvezno je uvođenje monitoringa tj. praćenja stanja okoliša nakon njegove realizacije i uspoređivanje s nultim stanjem (onim prije realizacije sadržaja) kako bi se moglo na vrijeme intervenirati, odnosno eventualno uočen negativan utjecaj izbjeći na drugim sličnim projektima.

Generiranje varijanti mora biti provedeno tako da se analiziraju sva moguća rješenja problema. Obzirom na složenost problematike, izbor i ocjena potencijalnih lokacija za infrastrukturne projekte, pa i VE, u načelu se provodi kroz dva koraka i to: odabir mogućih lokacija eliminiranjem neprimjerenih zona te potom usporedno vrednovanje potencijalnih lokacija.

Pritom, eliminacijski kriteriji definiraju vrijednosti ili područje vrijednosti nekog kriterija uz koje lokacija nije podobna. Taj se nedostatak lokacije ne da kompenzirati povećanom kvalitetom lokacije prema drugim kriterijima. Odnosno, ako lokacija ne zadovoljava željeno stanje po promatranom kriteriju, neprihvatljiva je bez obzira na ostale kriterije. Glavni cilj izbora i primjene eliminacijskih kriterija je da se eliminira što veći dio područja od interesa te da se tako pojednostavni postupak pronalaženja i vrednovanja potencijalnih lokacija. Zbog toga lista eliminacijskih kriterija ne mora biti potpuna. Poželjno je primijeniti samo one kriterije koji će eliminirati najveće područje. Neke eliminacijske kriterije nije moguće primijeniti u ranoj fazi izbora lokacije zbog toga što neće biti na raspolaganju kvalitetni i dovoljno pouzdani podaci. Ti se kriteriji primjenjuju kasnije kada potrebni podaci budu raspoloživi kao rezultat provedenih terenskih istraživanja i sl.

Izboru eliminacijskih kriterija mora se pokloniti maksimalna pažnja. Ako su oni loše odabrani ili prestrogi ili ako se njihova primjena temelji na nedostatnim ili problematičnim podacima i informacijama o lokaciji, može se dogoditi da objektivno dobra lokacija već na samom početku bude odbačena. Ako se to dogodi radi se o fatalnoj grešci u postupku izbora lokacije. Nasuprot tome ako nakon primjene eliminacijskih kriterija objektivno neadekvatne lokacije prođu u sljedeću fazu postupka šteta je znatno manja ili nikakva. Takve lokacije će ionako, kad-tad,

biti eliminirane. U našem slučaju kao glavni kriteriji za ocjenu uzeti su: procijenjeni vjetroenergija i njegova prostorna razdioba na području lokacije, mogućnost priključka na elektroenergetsku mrežu te zaštićena područja. Stoga su u početnoj fazi istraživanja određene lokacije na kojima će biti moguća gradnja vjetroelektrane uz zadovoljavajući povrat sredstava za investitora s jedne strane, te poštivanje svih specifičnih uvjeta zaštite okoliša.

Usporedni kriteriji su pravila za vrednovanje potencijalnih lokacija. Obično se prikazuju u obliku zahtjeva za postizanje nekog cilja. Nakon primjene eliminacijskih kriterija, određuju se kriteriji za usporedbu lokacija koje su preostale. Pri određivanju usporednih kriterija treba nastojati da oni budu neovisni jedan o drugome te da su njima obuhvaćene sve različitosti između vrednovanih lokacija: tehničko-tehnološke, ekološke, sigurnosne i ekonomske. Nužno je napomenuti da izbor kriterija ovisi o području od interesa za izbor lokacije. Ako po pojedinom kriteriju nema nikakve razlike između obrađivanih lokacija tada se taj kriterij može izostaviti. Isto tako mogu se izostaviti kriteriji koji nisu primjenjivi u zadanom interesnom području. Veliki broj kriterija koji imaju minorno značenje, a po svome karakteru i količini dostupnih informacija su određivi s malom pouzdanosti, otežava jasnu sliku predloženih lokacija jer kod krajnjeg korisnika može izazvati nepotrebne dvojbe. Stoga je poželjno težište analize staviti na manji broj ključnih kriterija koji mogu imati odlučujuću ulogu u ocjeni provedivosti projekta vjetroelektrane. Po potrebi se eventualno mogu razmotriti i drugi ili sasvim specifični aspekti razvoja pojedinih lokacija. Tako i u ocjeni lokacije za gradnju vjetroelektrane moguće je pristupiti s različitih stanovišta: meteorološkog, tehničkog, ekonomskog, geološkog, okolišnog, prostornog, sociološkog itd., te u svakom od područja definirati veći broj kriterija s ciljem da se dođe do meritornog i cjelovitog sagledavanja potencijalne lokacije.

5. Metodologija odabira optimalnih lokacija za vjetroelektrane

Izbor lokacije za izgradnju vjetroelektrane vrlo je značajan, ali i zahtjevan zadatak. Zbog toga se izbor mora provesti na temelju cjelovite analize problema i uz sudjelovanje svih dionika. Treba težiti ravnoteži očitih suprotnosti između ekonomskih, društvenih i ekoloških interesa koji se pojavljuju kako bi se zadovoljili dugoročni ciljevi i potrebe obuhvaćenih naselja, regije pa i šire. Konačna odluka o tome gdje se i kako može smjestiti vjetroelektrana mora biti rezultat cjelovite analize i procjene kojom se ispituje svaka prihvatljiva lokacija u određenom području, i to uz potpuno i trajno sudjelovanje svih zainteresiranih strana. Sve potencijalne lokacije trebaju biti predmetom detaljnih istraživanja i obuhvatne analize, kako bi se dobile pouzdane informacije i utvrdile međusobne razlike.

Takvi složeni problemi mogu se uspješno rješavati primjenom sustavske analize. Sustavski pristup rješavanja problema izbora lokacije ima za cilj primijeniti prihvatljivu metodologiju kojom se izabire „najbolja kompromisna lokacija“ na osnovi karakteristika sustava, raspoloživih podataka, postavljenih kriterija i ograničenja. Za ostvarenje tog cilja valja upotrijebiti znanstvene postavke sustavskog inženjerstva te djelotvorne alate prihvatljive za konkretan problem. Općenito, metodologija izbora lokacija za vjetroelektrane treba jednim dijelom biti skup političko-ekonomskih, a drugim tehničko-tehnološko-ekoloških aktivnosti vezanih za cjelokupni prostor. Cilj jest:

- smanjiti mogućnost greške;
- uključiti u analizu cijelo područje i sve njegove prostorne značajke: prirodne, društvene, infrastrukturne, ekonomske itd.;
- smanjiti/racionalizirati istražne radove;
- povećati opseg istražnih radova samo na mogućim, realno ostvarivim lokacijama;
- jasno predstaviti donositelju odluke rješenje, njegove prednosti i mane, te moguće varijante rješenja;
- jasno prezentirati utjecaje pojedinih rješenja (ekološke, ekonomske, društvene itd.);
- postići cjelovito uključivanje javnosti u proces rješavanja problema;
- uključiti sve zainteresirane grupe u cijeli postupak;
- osigurati transparentnost i demokratičnost postupka.

Ključna „dimenzija“ takvog problema jest „prostor“, odnosno prostorni aspekti, i to cjeloviti prostor na kojem problem treba riješiti ili može poslužiti za rješavanje problema. U ovako jako osjetljivim društvenim temama nužno je pokazati nepristranost u razmatranju mogućih lokacija. To se može postići jedino ako se cijeli prostor na isti način i istom detaljnošću ravnopravno tretira. Druga je „dimenzija“ vizualizacija, odnosno „zornost“ prostora i njegovih karakteristika i utjecaja. Zornost je nužna kako bi svi sudionici imali jednake uvjete spoznavanja i razumijevanja problematike koja se obrađuje te mogućnost aktivnog sudjelovanja u usmjeravanju rješenja k prihvatljivom kompromisu. Svi sudionici moraju doživjeti prostor, njegova ograničenja i pogodnosti, odnosno pozitivne i negativne značajke, a posebno one vezane uz eliminacijske kriterije. [7]

Kako bi se istražio cjeloviti prostor PGŽ i odredile optimalne lokacije za smještaj vjetroelektrana Zavod je od Energetskog instituta Hrvoje Požar naručio izradu studije „Analiza prostornih mogućnosti za korištenje energije vjetra u PGŽ“. Studijom su određeni kriteriji za smještaj VE te, kroz višekriterijsku analizu, odabrane najpovoljnije lokacije na području PGŽ.

Studijom su determinirali temeljni kriteriji za smještaj VE. Utvrđeno je da prilikom izbora lokacije za gradnju VE vjetroenergija predstavlja neosporno najvažniji kriterij lokacije. Važnost ovog kriterija ogleda se u

činjenici da snaga vjetra ovisi o trećoj potenciji brzine.¹² Na strujanje u prizemnom sloju u velikoj mjeri utječu lokalni čimbenici poput oblika terena ili hrapavosti zemljine površine. S povećanjem vertikalne udaljenosti od zemlje, odnosno, na gornjoj granici atmosferskog graničnog sloja gdje strujanje više nije pod utjecajem zemljine površine, prostorna varijabilnost vjetra znatno je manja. U ovom području ostaju samo pokretači sinoptičkih razmjera (ciklone i anticiklone prostornih dimenzija nekoliko tisuća kilometara i više), pa se općenito može smatrati da je opis strujanja na gornjoj granici atmosferskog graničnog sloja reprezentativan na širem, regionalnom području na kojem se prostorno malo mijenja. Stoga je neophodno već u preliminarnoj fazi projekta VE procijeniti moguće lokalne utjecaje na strujanje atmosferskog zraka. Drugi važan kriterij je mogućnost priključka VE na elektroenergetsku mrežu koji je, kao i vjetropotencijal, na većini potencijalnih lokacija nepoznat. Osim ova dva, cijeli je niz prostornih, okolišnih i drugih kriterija za gradnju vjetroelektrana, propisanih zakonima ili diktiranih tehničkom i ekonomskom logikom projekta, koje je potrebno ispuniti ukoliko se želi razviti projekt vjetroelektrane.

Na osnovu navedenog jasno je da je u fazi odabira lokacija neophodno prikupiti terenske podatke o potencijalnim lokacijama u smislu izloženosti djelovanja vjetra, stvarnog stanja topografskih elemenata, površinskoj hrapavosti, postojanju pristupnog puta, blizini infrastrukture, itd. Potom ih je nužno kombinirati s raspoloživim topografskim i klimatološkim podlogama te preklapati s tematskim kartama zaštite okoliša i namjene prostora. Potom slijedi njihovo vrednovanje na osnovu unaprijed definiranih kriterija.¹³

Ovakav pristup omogućava definiranje posebnih kriterija i njihovo uključivanje u proces odabira (poput onog da se ne radi o otočnoj lokaciji, da je dostupna uobičajenim transportnim sustavima, da se nalazi u blizini većih konzumnih centara, da pruža mogućnost nadgradnje i proširenja u slijedećoj fazi projekta, itd.).

5.1. Ključne faze projekta

Da bi se izvršilo navedeno istraživanje aktivnosti u provođenju projekta podijeljene su u nekoliko faza [8]:

1. preliminarni odabir lokacija (širi izbor);
2. obilazak lokacija, prikupljanje terenskih podataka, redefiniranje šireg izbora lokacija;
3. primjena eliminacijskih kriterija i definiranje užeg izbora lokacija;

¹² Pogreška od 10% u brzini povlači pogrešku od oko 30% u raspoloživoj snazi. Zbog tehnoloških ograničenja za stvarne turbine eksponent ovisnosti proizvedene energije o prosječnoj brzini vjetra kreće se između 2 i 2,5 te i dalje snažno utječe na ekonomičnost projekta izgradnje vjetroelektrane.

¹³ Energetski institut Hrvoje Požar je predložio primjenu matrične metode evaluacije lokacije, engl. Site Evaluation Matrix

4. prikupljanje relevantnih podataka za lokacije iz užeg izbora uključujući rezultate modela strujanja te informacije i mišljenja o stanju mreže;
5. detaljan opis lokacija užeg izbora te ocjenjivanje po unaprijed definiranim kriterijima;
6. matrica evaluacije, rangiranje lokacija i zaključak;
7. sveobuhvatni utjecaji – dodatno vrednovanje usklađenosti novih elemenata s prostornim planom.

Inicijalni odabir potencijalnih lokacija za vjetroelektrane se određuje na temelju pregleda raspoloživih podloga i dostupnih informacija.¹⁴

Potrebni podaci i podloge za višekriterijsku analizu podrazumijevaju prikupljanje svih raspoloživih podloga i podataka bilo analizom dostupnih podataka ili obilaskom terena. Tu se prije svega misli na:

- atlas vjetra/kartu vjetra, ukoliko postoje, kako bi se izdvojila područja s dobrim vjetropotencijalom;
- topografske i satelitske snimke kako bi se identificirala područja koja svojim orografskim oblikom i ostalim topografskim obilježjima podržavaju ideju gradnje vjetroelektrane;
- karte staništa i zaštićenih područja te područja nacionalne ekološke mreže;
- prostorne planove koji određuju namjenu, uvjete korištenja i zaštite prostora te time i mogućnost i dopustivost gradnje vjetroelektrane na nekom području;
- podloge o stanju električne mreže i mogućnosti evakuacije snage;
- digitalni model terena, itd.

U bazu lokacija uključuju se i svi postojeći projekti o kojima postoji dostupna informacija. To se u prvom redu odnosi na lokacije koje su u Registru obnovljivih izvora energije pri Ministarstvu gospodarstva, rada i poduzetništva i na kojima su uočene aktivnosti na lokaciji. Na nekim lokacijama su postavljeni mjerni stupovi visine 50-ak metara što se može smatrati reprezentativnim za opisivanje referentne vjetrokline i ozbiljnom namjerom ulaganja i interesa za razvoj projekata vjetroelektrana. Obilaskom lokacija prikupljeni su podaci o stvarno raspoloživom prostoru za razmještaj vjetroagregata, površinskoj hrapavosti, provjerena usklađenost vegetacijskih značajki iz topografskih karata sa stvarnim stanjem na terenu, prikupljene informacije o infrastrukturi i mogućnosti pristupa i dr.

Kada su od prvobitnog izbora lokacija eliminirana područja:

- neprikladna za gradnju vjetroelektrana;
- neraspoloživa za gradnju vjetroelektrana;
- u očiglednom sukobu sa zahtjevima zaštite okoliša;
- čiji razvoj je izuzetno zahtjevan s tehničkog i financijskog stanovišta;

preostale lokacije, u načelu prihvatljive za daljnji razvoj, se ocjenjuju i međusobno uspoređuju kako bi se uspostavili prioritete te donijele mudre odluke vezano za

¹⁴ U slučaju PGŽ je odabrano 14 potencijalnih lokacija.

daljnji razvoj pojedinih lokacija namijenjenih razvoju projekta vjetroelektrana.

Iz šireg popisa je određeno ukupno 10 kriterija za ocjenu odabranih lokacija koje je EIHP smatrao dovoljnim u ovoj fazi obrade lokacija. Kriteriji su podijeljeni u nekoliko potkategorija:

1. Topografsko-klimatološki elementi lokacije (vjetropotencijal na 80 m iznad tla, proizvodnost, prihvatni kapacitet lokacije, hrapavost površine i vegetacija).
2. Tehničko-infrastrukturni elementi (udaljenost priključka na elektroenergetski sustav, ekspertna ocjena mogućnosti prihvata obzirom na stanje mreže, pristupni put).
3. Prostorno-planski i okolišni elementi (udaljenost naselja, blizina zaštićenih područja, ekološka vrijednost staništa i sl., namjena prostora i kvalitativna procjena vrijednosti zemljišta, udaljenost zračnih luka i sl.).

Svatom od predloženih kriterija dodijeljeni su određeni težinski faktori s kojima se pojedini kriteriji uzimaju u obzir kroz višekriterijsku analizu. Težinski faktori izraženi su kao decimalni postoci (odnosno broj između 0 i 1). Dodatno se u ovoj metodologiji sagledavaju i sveobuhvatni (cjeloviti) ekološki utjecaji i prostorni elementi koji proizlaze iz sustavnog planiranja i gradnje većeg broja vjetroelektrana.

Korištenje energije vjetra nova je gospodarska aktivnost koja aktivira prirodne i gospodarske potencijale uz usklađivanje sa zahtjevima namjene prostora, ekoloških i zaštitnih smjernica, dostupnosti infrastrukture i ostalih elemenata definiranih dokumentima prostornog uređenja. Povoljnim utjecajem se smatra:

- odvijanje dvije ili više gospodarskih djelatnosti, npr. gospodarsko iskorištavanje šuma, korištenje energije vjetra, nova turistička atrakcija i nova planinarska i biciklistička staza;
- korištenje više od dva prirodna potencijala lokacije, npr. poljoprivreda – ratarstvo ili stočarstvo, očuvanje prirodne vegetacije i korištenje energije vjetra;
- izgradnja nove prometne ili energetske infrastrukture ili rekonstrukcija postojeće uz uvođenje alternativnih pravaca za povećanje prometne komunikacije.

Posebno su sagledani cjelokupni utjecaji koji mogu nastati izgradnjom postrojenja za korištenje energije vjetra i eventualni pozitivni utjecaji na komplementarne aktivnosti određene u prostornom planu županije na analiziranoj lokaciji.

Valorizacija i rangiranje lokacija na temelju višekriterijske analize baziraju se na definiranim kriterijima.

5.2. Provedena metodologija višekriterijskog rangiranja

Iako su mogući različiti više ili manje egzaktni pristupi i metode koje se zasnivaju na izravnoj (Boolean) ili neizravnoj (fuzzy) logici, mišljenje je da je ekspertni

pristup, zasnovan na interpretaciji nekoliko ključnih pokazatelja, često dovoljno efikasan za provođenje višekriterijske analize ovog tipa. Stoga je EIHP u preliminarnoj ocjeni lokacija za vjetroelektrane koristio tzv. matičnu metodu evaluacije lokacija (Site Evaluation Matrix). Metoda se sastoji iz nekoliko koraka:

1. Definiranje elemenata (kriterija) za ocjenjivanje. U prvom koraku odabiru se ključni eliminacijski kriteriji na osnovu kojih se provodi višekriterijska analiza i donosi odluka o prikladnosti lokacije za gradnju vjetroelektrane. Kriteriji za ocjenu lokacija tvore osnovu za matricu evaluacije.
2. Određivanje značaja pojedinih elemenata (kriterija) te pridruživanje pripadnog težinskog faktora. U ovom koraku određuje se značaj pojedinih elemenata u ukupnom procesu donošenja odluke. Ovaj korak omogućava da se posebno sagledaju i eventualni specifični zahtjevi i prioritete – ukoliko neki element ima veći utjecaj na odlučivanje, nosit će veći težinski faktor. Primjerice, investitor može izraziti pozitivno lokalno okruženje za projekte vjetroelektrana kao preferencijalni kriterij izbora lokacija, a u tom slučaju takav kriterij nosi više bodova u odnosu na druge elemente. Iako se nastoji primijeniti metodu zasnovanu na objektivnim i mjerljivim kriterijima, treba naglasiti da relativna težina nekih elemenata neizbježno nosi subjektivan karakter izrađivača, odnosno onoga tko vrši evaluaciju. Posljedica toga je da i konačan rezultat, pod utjecajem subjektivnosti težinskih faktora pojedinih elemenata, ima donekle subjektivan karakter.
3. Definiranje ocjena pojedinih elemenata (kriterija). Integralna mjera ili stupanj u kojem je lokacija prihvatljiva za daljnji razvoj dobiva se na osnovu ocjena pridruženih pojedinom elementu. Važno je definirati ocjene prije postupka evaluacije te, ukoliko je moguće, kvantificirati i standardizirati raspon ocjena kako bi se subjektivnosti svele na što manju mjeru.
4. Postavljanje matrice ocjena, ukupno vrednovanje i rangiranje. Težinskom kombinacijom ocjena po pojedinim kriterijima za pojedine lokacije dobiva se norma, odnosno, finalni težinski skor. Agregirana ocjena lokacije na neki način odražava sveukupni rizik razvoja lokacije obzirom na zadane kriterije.

Na osnovu rezultata višekriterijske analize može se zaključiti da ukoliko će se odluka o daljnjem razvoju vjetroelektrana zasnivati na elementima koje opisuju kriteriji ocjene lokacija, tada bi prema rezultatima analize bilo opravdano predvidjeti mogućnost planiranja i gradnje vjetroelektrana od bolje prema slabije rangiranim lokacijama. Nesumnjivo vjetroelektrane daju veliki pozitivan sveukupni doprinos zaštiti okoliša ukoliko se specifični aspekti utjecaja ispravno planiraju, odnosno izbjegnju kod mikrolociranja vjetroelektrane (primjerice, vizualni utjecaj rotirajućih sjena, buka,

elektromagnetske smetnje i sl.). Većinu je ovih utjecaja moguće bitno reducirati i smanjiti u dozvoljene i/ili prihvatljive okvire kod projektiranja vjetroelektrana, ali je o tome pravovaljano potrebno voditi računa. Ekološki učinci prisutni su i kod vjetroelektrana, kao i kod drugih energetskih objekata, a variraju od negativnih do prihvatljivih, pri čemu sveobuhvatni učinak bitno ovisi o količini realiziranih projekata te njihovom razmještaju. Povoljno s ekološkog stanovišta mogu djelovati postupci mikrolociranja (određivanja razmještaja vjetroagregata) koji uzimaju u obzir ekološke aspekte, korekcija ili promjena područja obuhvata te eventualno i smanjenje prihvatnog kapaciteta nekih lokacija u smislu da se uvjetima korištenja prostora zahtijevaju nešto veći razmaci između vjetroagregata nego što je to uobičajeno ili potrebno s tehničkog stanovišta (primjerice minimalno sedam promjera rotora i slično). Treba, međutim, imati u vidu da ova posljednja mjera poskupljuje izgradnju vjetroelektrana.

5.3. Iskustva u praktičnoj primjeni navedene analize

Predstavljenom Studijom određene su potencijalne lokacije za smještaje VE na području PGŽ te rangirane prema provedenoj višekriterijskoj analizi. U stalnim kontaktima sa investitorima navedena Studija je ponuđena kao stručna podloga za odabir potencijalne lokacije i njihovu daljnju razradu. Kako su neke od predloženih lokacija već opremljene mjernim uređajima utvrđeno je kako pojedine opće postavke ili ocjene pojedinih lokacija temeljem dostupnih podataka imaju djelomična odstupanja a to osobito u segmentu vjetropotencijala. Jasno je stoga da se istu ne može tretirati kao konačnu obzirom na cjeloviti prostor PGŽ već ju treba sagledavati kao inicijalnu, odnosno kao polazište za daljnja istraživanja. Navedena daljnja istraživanja potom trebaju kroz razradu idejnih rješenja predložiti konkretne lokacije i raster vjetroturbina kao i ostalih elemenata potrebnih za formiranje vjetroelektrane. Nastavno se imaju definirati točne lokacije za postavljanje mjernih uređaja za praćenje intenziteta vjetera u jednogodišnjem razdoblju te pokretanje izrade potrebnih studija utjecaja na okoliš sukladno zakonskoj proceduri i obavezama investitora.

6. Zaključak

Suradnja Zavoda i EIHP traje već gotovo cijelo desetljeće, uvijek s pogledom unaprijed i nastojanjem da se pronađu i potaknu rješenja koja će najbolje odgovarati budućim energetskim prilikama i potrebama. Može se reći da je provedenim istraživanjem učinjen značajan iskorak u izradi strateških dokumenata prostornog uređenja, a osobito prostornih planova županijske razine.

Utvrđeno je kako predložene lokacije VE predstavljaju samo bazu lokacija koja se kroz planove nižeg reda može dalje proširivati te je prava vrijednost istraživanja u jasno definiranim kriterijima za smještaj vjetroelektrana. Rezultati istraživanja znanstveno i metodološki utemeljeno dokazuju isplativost sustavnog planiranja te potrebu za izradom kvalitetnih stručnih podloga kao temeljnih dokumenata za izradu strateške prostorno planske dokumentacije.

Obzirom na značaj i sveobuhvatnost te razinu prostornog plana županije postavljena hipoteza istraživanja se pokazala djelomično točnom. Nakon provedenog istraživanja korigirana je u: Kvalitetnim preliminarnim ispitivanjima uz korištenje kompleksne višekriterijske analize moguće je odrediti optimalne lokacije za smještaj mjernih mjesta za određivanje vjetropotencijala za potrebe izgradnje vjetroelektrana na razini prostornog plana županije kao temeljnog provedbenog strateškog dokumenta prostornog uređenja uz uvažavanje mogućnosti iznalaženja i ostalih potencijalnih lokacija.

LITERATURA

- [1] European Commission: EU Guidance on wind energy development in accordance with the EU nature legislation, Bruxelles, 2010.
- [2] Prostorni plan Primorsko-goranske županije, „Službene novine Primorsko-goranske županije“, 2000., 14, 2005., 10, 2006., 50., 2009., 08.
- [3] MILES, N., ODELL, K.: Spatial Planning for Wind Energy Lessons from The Danische Case, Department of Environment, Technology and Social Studies Roskilde Universitetscenter, Bygning, 2004.
- [4] VLAH, S.: Modeli višekriterijskog odlučivanja i heuristie za njihovo rješavanje, Ekonomski fakultet Zagreb, magistarski rad, Zagreb, 2008.
- [5] KR PAN, Lj.: Integralni prostorno-prometni model urbanističkog planiranja, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2010. (neobjavljen)
- [6] KARLEUŠA, B.; DELUKA-TIBLJAŠ, A.; BENIGAR, M.: Mogućnost primjene postupka višekriterijske optimizacije u prometnom planiranju i projektiranju, *Suvremeni promet*, Vol. 23, 2003., p. 105
- [7] MARGETA, J.; PRSKALA, G.: Izbor lokacije za sanitarno odlagalište, *Gradevinar*, Vol. 58, Zagreb, 2006., 12
- [8] HORVÁTH, L. (voditelj studije), et all.: Analiza prostornih mogućnosti za korištenje energije vjetera u Primorsko-goranskoj županiji, *Energetski institut „Hrvoje Požar“*, Zagreb, 2009.