



ANALIZA PROSTORNIH MOGUĆNOSTI ZA KORIŠTENJE ENERGIJE VJETRA U PRIMORSKO- GORANSKOJ ŽUPANIJI

Zagreb, studeni 2009.



Naručitelj:

Javna ustanova Zavod za prostorno
uređenje Primorsko-goranske
županije

Oznaka ugovora:

EIHP-
Naručitelj:

Kontakt:**Naslov studije:****ANALIZA PROSTORNIH MOGUĆNOSTI ZA
KORIŠTENJE ENERGIJE VJETRA U PRIMORSKO-
GORANSKOJ ŽUPANIJI****Autori:**

László Horváth, dipl. ing.
Dr.sc. Goran Majstrovic, dipl.ing
Nikola Karadža, dipl.ing
MSc. Ana Kojaković, dipl.ing
Margareta Zidar, dipl.ing.
MSc.Veljko Vorkapić,dipl.ing.
Mr.sc. Mario Maričević, dipl.ing.

Voditelj studije:

László Horváth, dipl. ing.

Ravnatelj:

Dr. sc. Goran Granić

Izdavač:

Energetski institut Hrvoje Požar
Savska cesta 163
10000 Zagreb
<http://www.eihp.hr>

Oznaka studije:

EIHP-

Zagreb, studeni 2009.

Autorska prava

Isključenje od odgovornosti

EIHP nije ni na koji način odgovoran za način primjene iznijetih rezultata studije. Ta je odgovornost u potpunosti na naručitelju.

Razina povjerljivosti:

Povijest izrade

| Inačica | Datum | Komentar | Pregledao | Odobrio |
|----------------|--------------|-----------------|------------------|----------------|
| | | | | |
| | | | | |



SADRŽAJ

| | |
|---|-----|
| SADRŽAJ..... | I |
| PROJEKTNI ZADATAK..... | III |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. PREGLEDNA KARTA..... | 3 |
| 3. METODOLOGIJA IZBORA I OCJENE POTENCIJALNIH LOKACIJA ZA IZGRADNJU VJETROELEKTRANA U PRIMORSKO-GORANSKOJ ŽUPANIJI | 4 |
| 3.1. Uvod | 4 |
| 3.2. Pristup i metodološki koncept | 4 |
| 3.3. Opis metodologije..... | 6 |
| 3.4. Kriteriji za ocjenu potencijalnih lokacija..... | 7 |
| 3.5. Pristup i težinski faktori | 9 |
| 3.5.1. Vjetropotencijal | 9 |
| 3.5.2. Prihvatni kapacitet lokacije | 11 |
| 3.5.3. Hrapavost površine i vegetacija | 11 |
| 3.5.4. Udaljenost priključka | 12 |
| 3.5.5. Priključak na elektroenergetski sustav | 12 |
| 3.5.6. Pristupni put | 12 |
| 3.5.7. Udaljenost naselja | 12 |
| 3.5.8. Blizina zaštićenih područja, lokaliteta i područja Nacionalne ekološke mreže | 13 |
| 3.5.9. Namjena prostora i kvalitativna procjena vrijednosti zemljišta..... | 13 |
| 3.5.10. Rezimirani pregled kriterija i težinskih faktora | 13 |
| 4. OPIS KRITERIJA (OCJENA) | 15 |
| 5. ANALIZA ODABRANIH PODRUČJA | 21 |
| 5.1. Poljička kosa..... | 21 |
| 5.2. Fužine..... | 35 |
| 5.3. Kavranica | 49 |
| 5.4. Novi Vinodolski..... | 64 |
| 5.5. Breze | 78 |
| 5.6. Vršci..... | 91 |
| 5.7. Zebar | 104 |
| 5.8. Peškovo..... | 119 |
| 5.9. Tuhobić..... | 132 |
| 5.10. Osoje | 144 |
| 5.11. Jelenje | 157 |
| 5.12. Pliš | 169 |
| 5.13. Platak..... | 181 |
| 5.14. Lipa..... | 193 |
| 6. MULTIKRITERIJALNA ANALIZA LOKACIJA U UŽEM IZBORU | 206 |
| 7. Analiza sveobuhvatnih ekoloških i prostornih utjecaja vjetroelektrana iz užeg izbora..... | 210 |
| 7.1. Ekološki aspekti..... | 210 |
| 7.2. Prostorni aspekti..... | 213 |
| 7.2.1. Lokacija Poljička kosa | 213 |
| 7.2.2. Lokacija Fužine | 213 |
| 7.2.3. Lokacija Kavranica | 214 |
| 7.2.4. Lokacija Novi Vinodolski | 214 |
| 7.2.5. Lokacija Breza | 214 |
| 7.2.6. Lokacija Vršci | 215 |



| | | |
|---------|---|-----|
| 7.2.7. | Lokacija Zebar | 215 |
| 7.2.8. | Lokacija Peškovo | 216 |
| 7.2.9. | Lokacija Tuhobić | 216 |
| 7.2.10. | Lokacija Osoje | 217 |
| 7.2.11. | Lokacija Jelenje | 218 |
| 7.2.12. | Lokacija Pliš | 218 |
| 7.2.13. | Lokacija Platak | 218 |
| 7.2.14. | Lokacija Lipa | 219 |
| 8. | IZBOR LOKACIJA ZA MALE KOMUNALNE VJETROELEKTRANE | 222 |
| 9. | ZAKLJUČAK I PREPORUKE | 228 |
| 10. | REFERENCE | 231 |
| 11. | Prilog-Simbologija staništa na području Primorsko-goranske županije | 232 |



PROJEKTNİ ZADATAK

Do danas za područje Republike Hrvatske, osim za njena manja područja, nije izrađena cjelovita prostorna razdioba potencijala energije vjetra (atlas srednje godišnje brzine vjetra/Weibullovih parametara i raspoložive snage vjetra na standardnim visinama iznad tla) na osnovu koje bi se mogao provesti postupak lociranja vjetroelektrana. Na područjima na kojima su analize provedene, procjene potencijala energije vjetra sadrže visok stupanj nesigurnosti, što značajno otežava planiranje vjetroelektrana utemeljeno na, koliko god je to moguće, realnim podacima.

Prilikom izbora lokacije za gradnju vjetroelektrane neosporno najvažniji kriterij je vjetropotencijal lokacije. Važnost ovog kriterija ogleda se u jednostavnoj činjenici da snaga vjetra ovisi o trećoj potenciji brzine – 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.

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 razvoja vjetroelektrane procijeniti moguće lokalne utjecaje na strujanje atmosferskog zraka.

Drugi važan kriterij je mogućnost priključka vjetroelektrane na električnu infrastrukturu koji je, kao i vjetropotencijal, na većini potencijalnih lokacija nepoznat, te bez sustavnih analiza nije moguće ocijeniti njihov učinak na projekt. U ovoj studiji će se stoga na osnovu elemenata mreže, kao i ostvarenih opterećenja u mreži, ali bez detaljnog proračuna, izvršiti ekspertna procjena mogućnosti priključenja, odnosno prihvata snage iz vjetroelektrana.

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 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., kombinirati ih s raspoloživim topografskim i klimatološkim podlogama, te ih preklapati s tematskim kartama zaštite okoliša i namjene prostora. Potom slijedi njihovo vrednovanje na osnovu unaprijed definiranih kriterija, primjenom matrice metode evaluacije lokacija (*Site Evaluation Matrix*).



Napominjemo da ovakav pristup omogućava i definiranje posebnih kriterija od strane Naručitelja i njihovog uključivanja u proces odabira (poput onog da se ne radi o otopnoj 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.).

Imovinsko-pravni odnosi na zemljištu potencijalne lokacije radi dobivanja prava građenja nisu predmet ovog projekta.

Konačno, potrebno je naglasiti da EIHP stručnom poslu pristupa u dobroj vjeri i s maksimalnom ozbiljnošću, primjenjujući vlastita saznanja, ekspertize i dostupne izvore podataka. Unatoč tome, EIHP ne može jamčiti da će provedene analize isključiti sve rizike razvoja projekata u budućnosti, poglavito one na koje EIHP nema utjecaja. Također, EIHP ne može jamčiti da će ovom analizom biti obuhvaćene sve potencijalne lokacije vjetroelektrana na području Primorsko-goranske županije.



1. UVOD

Cilj projekta *ANALIZA PROSTORNIH MOGUĆNOSTI ZA KORIŠTENJE ENERGIJE VJETRA U PRIMORSKO-GORANSKOJ ŽUPANIJI* je odabir te ocjena i rangiranje potencijalnih područja za gradnju vjetroelektrana na prostoru Primorsko goranske županije. Izbor i ocjena lokacija provode se na osnovu dostupnih topografskih i satelitskih podloga, obilaska lokacija, rezultata modela i obrade prikupljenih podataka pomoću SEM metodologije (*engl. Site Evaluation Matrix*). Kao prvi korak pregledom raspoloživih topografskih karata i satelitskih snimaka identificirana su područja od interesa na kojima je trebalo ispitati mogućnost razvoja i gradnje VE. U okviru ove faze rada identificirano je 14 takvih potencijalnih područja.

U idućem koraku tijekom rujna/listopada 2009. izvršen je terenski obilazak te su prikupljeni brojni podaci koji su potpomogli u preliminarnoj ocjeni lokacija.

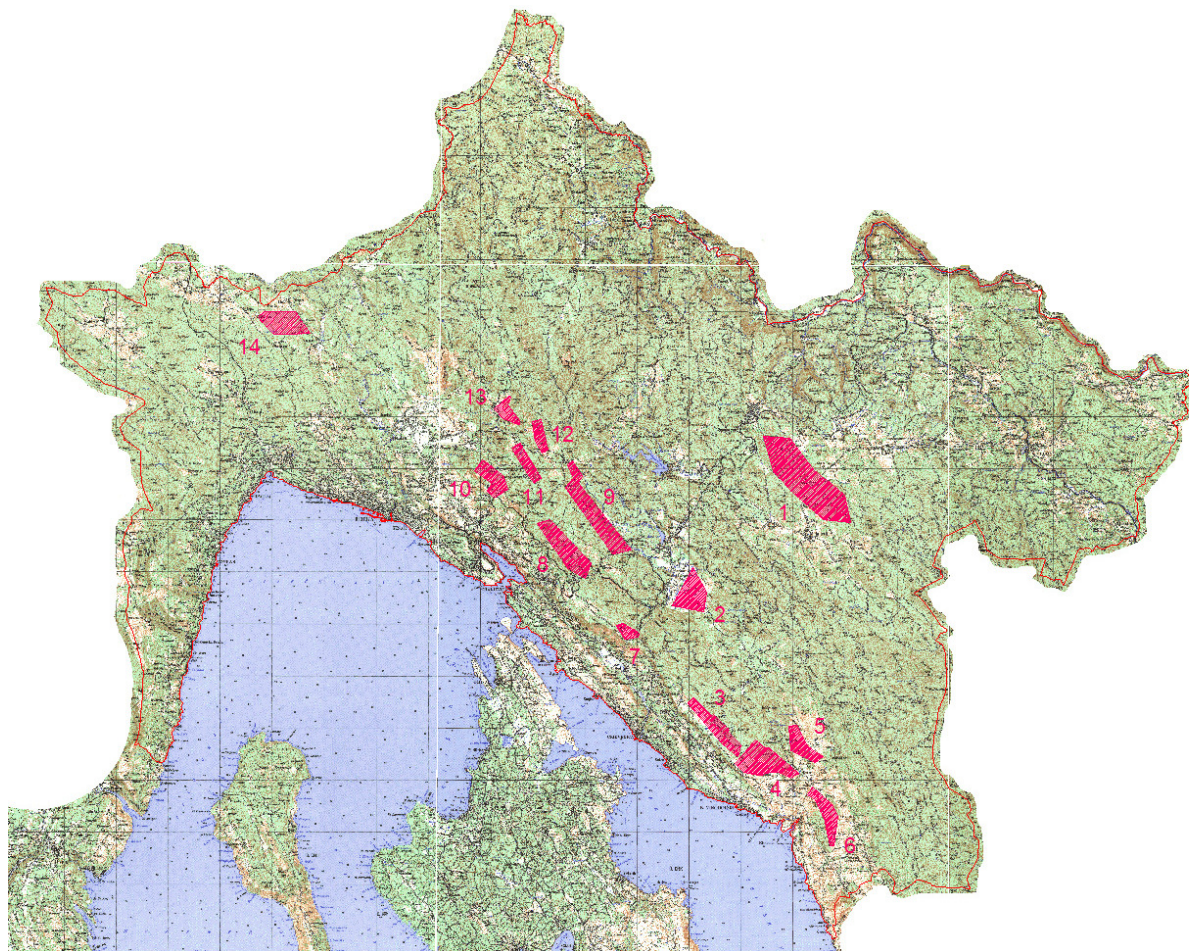
U završnom koraku, ova područja (lokacije), selektirana u prethodnom koraku, poslužila su kao polazna osnova za primjenu multikriterijalne analize koja je rezultirala rangiranjem lokacija od interesa te jasnijom slikom njihove opće prihvatljivosti za gradnju vjetroelektrana.

Obilaskom navedenih lokacija utvrđeno je da na nekim lokacijama postoji određene aktivnosti investitora u smislu razvoja projekta pripreme i izgradnje vjetroelektrana. To se u prvom redu odnosi na lokacije koje su Registru obnovljivih izvora energije pri MINGORP-u 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 vjetroklime i ozbiljnom namjerom ulaganja i interesa za razvoj projekata vjetroelektrana.

**Tablica 1.1** Popis potencijalnih područja/lokacija za gradnju vjetroelektrana

| | Područje/lokacija | Nadmorska visina (m n.m.) |
|----|-------------------|---------------------------|
| 1 | Poljička kosa | 1037-1114 |
| 2 | Fužine | 700-800 |
| 3 | Kavranica | 500-890 |
| 4 | Novi Vinodolski | 350-650 |
| 5 | Breza | 600-800 |
| 6 | Vršci | 500-650 |
| 7 | Zebar | 800-880 |
| 8 | Peskovo | 700-800 |
| 9 | Tuhobić | 900-1100 |
| 10 | Osoje | 420-520 |
| 11 | Jelenje | 600-710 |
| 12 | Pliš | 800-1140 |
| 13 | Platak | 900-1000 |
| 14 | Lipa | 700-770 |

2. PREGLEDNA KARTA



Slika 2.1 Pregledna karta potencijalnih lokacija područja za izgradnju vjetroelektrana u Primorsko-goranskoj županiji

3. METODOLOGIJA IZBORA I OCJENE POTENCIJALNIH LOKACIJA ZA IZGRADNJU VJETROELEKTRANA U PRIMORSKO-GORANSKOJ ŽUPANIJI

3.1. Uvod

Idealna vjetroelektrana za komercijalno iskorištavanje energije vjetra bila bi izgrađena na lokaciji s povoljnim režimom vjetra, s dobrim cestovnim pristupom, blizu električnoj mreži, s dobrom mogućnošću evakuacije snage, te bez sukoba s namjenom prostora i u skladu 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.

U kojoj je mjeri izbor lokacije za vjetroelektranu stvar pomirenja različitih interesa ilustrira sljedeći primjer. 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, a 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.

3.2. Pristup i metodološki koncept

Izbor lokacija za vjetroelektrane u načelu se provodi kroz dva koraka:

1. *inicijalni odabir područja i eliminacija na osnovu eliminacijskih kriterija*, u kojem se definiraju određena područja od interesa te istovremeno nastoje identificirati eventualne prepreke u kasnijim fazama projekta koje mogu učiniti projekt izuzetno tehnički ili financijski zahtjevnim ili čak nemogućim;
2. *ocjena i rangiranje lokacija u užem izboru na osnovu rangirajućih kriterija*, gdje se područja/lokacije odabrana nakon primjene eliminacijskih kriterija, nastoje ocijeniti i međusobno usporediti naspram rizika koji nosi daljnji razvoj projekta vjetroelektrane.

U početnoj potrazi za lokacijama na kojima će biti moguća gradnja vjetroelektrane uz zadovoljavajući povrat sredstava za investitora s jedne strane, te poštivanje svih specifičnih uvjeta koji se tiču vjetroelektrana s druge, rekognosciranje terena i identifikacija povoljnih područja za gradnju u načelu se provodi na temelju postojećih i dostupnih podloga, prije svega:

- atlasa vjetra/karata vjetra, ukoliko postoje, kako bi se izdvojila područja s dobrim vjetropotencijalom;
- topografskih i satelitskih snimaka kako bi se na identificirala područja koja svojim orografskim oblikom i ostalim topografskim obilježjima podržavaju ideju gradnje vjetroelektrane.

- prostornih planova koji određuju namjenu, uvjete korištenja i zaštite prostora te time i mogućnost i dopustivost gradnje vjetroelektrane na nekom području;
- podloga o stanju električne mreže i mogućnosti evakuacije snage.

Najčešće se, dakle, radi o podlogama za čiju izradu i ažuriranje brine država ili državne tvrtke, kako bi se gospodarstvu u cjelini stvorio okvir za planiranje i olakšalo djelovanje.

Od podloga potrebnih za planiranje projekata vjetroelektrana u Hrvatskoj, najvažnijima se mogu smatrati aktualni županijski prostorni planovi nove generacije, s trenutno zadovoljavajućom količinom i kvalitetom informacija. Prostorna dopustivost, uvjeti korištenja prostora i uvjeti zaštite mogu se prikupiti iz ovih podloga.

U dobrom stanju, sa zadovoljavajućom točnošću za identifikaciju lokacija, su i topografske karte mjerila 1:25000 (TK25) u dijelu opisa oblika terena – orografije. Međutim, EIHP raspolaže kartama TK25 s godinom izrade 1971-1991, pa je pouzdanost ostalih topografskih obilježja, prvenstveno vegetacije i izgrađenosti znatno manja. Ovaj će problem vjerojatno biti riješen izradom nove generacije topografskih karata koja je u tijeku. Problem se također može riješiti satelitskim kartama velike rezolucije, kojima EIHP za sada ne raspolaže.

Najmanja količina informacija raspoloživa je o režimu strujanja atmosferskog zraka u Republici Hrvatskoj. Atlas vjetra ne postoji, kao ni karte vjetra verificirane mjerenjima na lokacijama potencijalnih vjetroelektrana, te je ocjena vjetropotencijala najosjetljivija karika multikriterijalne analize. EIHP je stoga pribjegao jedinom mogućem rješenju za lokacije bez kontinuiranih mjerenja: rezultatima globalnih (mezoskalnih) prognostičkih modela atmosfere. EIHP raspolaže s rezultatima nekoliko modela poput ALADIN/HR te numeričkog modela vremena MASS/WindMap za područje Republike Hrvatske pa tako i Primorsko-goranske županije.

Elektroenergetski sustav relativno je dobro katalogiziran kroz ažurne popise vodova i transformatorskih stanica s relevantnim tehničkim karakteristikama, koji omogućavaju detaljnu analizu mogućnosti priključka za pojedine vjetroelektrane. No, za preliminarne ocjene stanja mreže kakve se traže kod izbora i ocjene lokacija za vjetroelektrane, ne postoji način da se mogućnost evakuacije snage pomoću jednostavnih i brzih pokazatelja usporedi i ocjeni za veći broj potencijalnih lokacija. Svaka je vjetroelektrana slučaj za sebe i zahtjeva zaseban tehnički proračun. Stoga se po pitanju mogućnosti evakuacije snage iz vjetroelektrane pribjegava ekspertnom mišljenju i ocjeni stručnjaka za prijenosni/distribucijski sustav, što je i jedini način da se ova problematika obuhvati u preliminarnoj multikriterijalnoj analizi većeg broja lokacija.

Kada su od prvobitnog izbora lokacija eliminirana područja:

- neprikladna za gradnju vjetroelektrane;
- 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, ocjenjuju se i međusobno uspoređuju kako bi se uspostavili prioritete te donijele mudre odluke vezano za daljnji razvoj pojedinih lokacija namijenjenih razvoju projekta vjetroelektrana.

3.3. Opis metodologije

Iako su mogući različiti više ili manje egzaktni pristupi i metode koje se zasnivaju na izravnoj (Boolean) ili neizravnoj (fuzzy) logici, EIHP je mišljenja da je ekspertni pristup, zasnovan na interpretaciji nekoliko ključnih pokazatelja, često dovoljno efikasan za provođenje multikriterijalne analize ovog tipa. Stoga EIHP u preliminarnoj ocjeni lokacija za vjetroelektrane koristi 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 kriteriji na osnovu kojih se provodi multikriterijalna 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 prioriteti – 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 EIHP 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.

U okviru ovog projekta EIHP se oslanjao na opisanu metodu, a redoslijed provedenih radnji može se sažeti kroz nekoliko faza:

- | | |
|---------|---|
| Faza 1: | Preliminarni odabir lokacija (širi izbor) |
| Faza 2: | Obilazak lokacija, prikupljanje terenskih podataka, redefiniranje šireg izbora lokacija |
| Faza 3: | Primjena eliminacijskih kriterija i definiranje užeg izbora lokacija |

- Faza 4: Prikupljanje relevantnih podataka za lokacije iz užeg izbora uključujući rezultate modela strujanja te informacije i mišljenja o stanju mreže
- Faza 5: Detaljan opis lokacija užeg izbora te ocjenjivanje po unaprijed definiranim elementima (kriterijima)
- Faza 6: Matrica evaluacije, rangiranje lokacija i zaključak
- Faza 7: Sveobuhvatni utjecaji – dodatno vrednovanje usklađenosti novih elemenata s prostornim planom.

U nastavku su detaljnije opisani sami kriteriji, težinski faktori te ocjene pojedinih kriterija primijenjenih u multikriterijalnoj analizi lokacija.

3.4. Kriteriji za ocjenu potencijalnih lokacija

Područja koja su preostala nakon terenskog obilaska i uvida u eventualna ograničenja za razvoj vjetroelektrane, ušla su u užu izbor lokacija. Da bi se lokacije u užem izboru mogle međusobno usporediti i na neki način ocijeniti, nužno je bilo definirati kriterije za provedbu multikriterijalne analize te za svaki kriterij odrediti ocjene. Kako je proces prethodno eliminacije proveden na osnovu jedne grupe kriterija i uvjeta, kod ocjene lokacija se ne radi o eliminirajućim, već rangirajućim kriterijima.

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. Mišljenje je EIHP-a, međutim, da veliki broj kriterija koji imaju minorno značenje, a po svome karakteru i količini dostupnih informacija su određivi s malom pouzdanošću, otežava jasnu sliku predloženih lokacija jer kod krajnjeg korisnika može izazvati nepotrebne dvojbe. Stoga je u ovome času težište analize stavljeno na manji broj ključnih kriterija koji mogu imati odlučujuću ulogu u ocjeni provedivosti projekta vjetroelektrane, a po potrebi mogu se eventualno razmotriti i drugi ili sasvim specifični aspekti razvoja pojedinih lokacija.

Ocjena lokacija za vjetroelektane razlikovat će se i ovisiti donekle i o tome tko je krajnji korisnik rezultata analize, odnosno koji je konačan cilj. Ako je u pitanju država, možda će jače biti naglašen aspekt ruralnog razvoja, opća društvena korist ili neki od strateških ciljeva energetske politike. Ako je u pitanju energetski subjekt koji želi ostvariti maksimalan profit iz projekta, nastojat će maksimizirati prihode i minimizirati troškove. Ukoliko je u pitanju lokacija za razvoj i testiranje određenog proizvoda (vjetroturbine), kriteriji izbora mogu uključiti i potragu za lokacijom sa sasvim specifičnim režimom strujanja, dostupnosti tijekom godine, blizine potrošnje, stanja mreže, vidljivosti i sl.

Lista kriterija za ocjenu potencijalnih lokacija može uključivati sljedeće kriterije:

- procjena potencijala energije vjetra;
- pojava i učestalost ekstremnih vjetrova i drugih meteoroloških situacija;
- blizina pokretača termičke cirkulacije;
- učestalost pojave leda;
- veličina (kapacitet) lokacije;
- otvorenost lokacije;

- mogućnost proširenja u kasnijim fazama;
- nagib i oblik lokacije;
- geološki uvjeti lokacije;
- seizmički uvjeti lokacije;
- agresivnost (korozivnost) atmosfere;
- vegetacijske značajke lokacije;
- učestalost atmosferskih pražnjenja;
- udaljenost od električne mreže;
- raspoloživost mreže;
- mogućnost mreže za prihvatanje energije;
- udaljenost lokacije od putova;
- mogućnost pristupa tijekom godine;
- vrijednost (cijena) zemljišta;
- stupanj zaštite lokacije;
- procijenjeni utjecaj na ornitofaunu;
- vizualni utjecaj;
- utjecaj na razvoj lokalne zajednice;
- utjecaj na turizam;
- utjecaj na razvoj šumarstva.

Za potrebe ovog projekta iz šireg popisa odabrano je ukupno 10 kriterija za ocjenu odabranih lokacija koje EIHP smatra dovoljnim u ovoj fazi obrade lokacija. Ovi se kriteriji mogu podijeliti u nekoliko potkategorija:

1. Topografsko-klimatološki elementi lokacije

- 1a vjetropotencijal na 80 m iznad tla
- 1b proizvodnost
- 1c prihvatni kapacitet lokacije
- 1d hrapavost površine i vegetacija

2. Tehničko-infrastrukturni elementi

- 2a udaljenost priključka na EES
- 2b ekspertna ocjena mogućnosti prihvata obzirom na stanje mreže
- 2c pristupni put

3. Prostorno-planski i okolišni elementi

- 3a udaljenost naselja;
- 3b blizina zaštićenih područja, ekološka vrijednost staništa i sl.;

- 3c namjena prostora i kvalitativna procjena vrijednosti zemljišta, udaljenost zračnih luka i sl.

Dodatno u ovoj metodologiji sagledavaju se 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 prema prostornom planu. 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

U ovom poglavlju se sagledavaju cjelokupni utjecaji koji mogu nastati izgradnjom postrojenja za korištenje energije vjetra i eventualni pozitivni utjecaji na komplementarne aktivnosti određene PP PGZ na analiziranoj lokaciji.

3.5. Pristup i težinski faktori

U ovom poglavlju pobliže se objašnjavaju pojedini kriteriji obrazlažu težinski faktori s kojim će se pojedini kriteriji uzeti u obzir kroz multikriterijalnu analizu. Težinski faktori izraženi su kao decimalni postoci (odnosno broj između 0 i 1).

3.5.1. Vjetropotencijal

Vjetropotencijal lokacije najvažniji je element u ocjeni potencijalne lokacije za gradnju vjetroelektrane, ali i element koji unosi najveću nesigurnost. Stoga je u cilju opisa vjetrovnih prilika na lokacijama užeg izbora, a uslijed nedostatka pouzdanijih podataka (mjenjenih ili iz atlasa vjetra), izrađena podloga pomoću sustav za numeričko modeliranje i prognozu vjetra kaj je dobivena primjenom numeričkog modela vremena MASS/WindMap

Mass/WindMap je aplikacija koja se sastoji od tri glavna dijela: modeli, baze podataka i računalni kapaciteti.

Numerički Model vremena koji je korišten je MASS (*Mesoscale Atmospheric Simulation System*) razvijen u američkoj tvrtci MESO Inc. MASS simulira fundamentalnu fiziku atmosfere uključujući zakone očuvanja mase, momenta i energije, kao i stanja vlage. Sadrži modul turbulentne kinetičke energije koji uračunava utjecaj viskoznosti i toplinske stabilnosti na vertikalni profil vjetra. Kao dinamički model, MASS simulira razvoj atmosferskih uvjeta u vremenskim koracima od nekoliko sekundi.

Baze meteoroloških podataka koje koristi MASS su podaci reanalize, radiosondažni podaci i podaci s mjernih postaja na tlu. Podaci reanalize, kao najvažniji su skup povijesnih podataka koje je sakupio Američki nacionalni centar za okolišna predviđanja, *US National Centers for*

Environmental Prediction (NCEP) i Nacionalni centar za atmosferska istraživanja, *National Center for Atmospheric Research* (NCAR). Ovi podaci pružaju uvid u atmosferska stanja širom svijeta na svim razinama atmosfere u intervalima od šest sati. Skupa s radoisondažnim podacima i podacima s prizemnih mjerenjima, podaci reanalize služe kao početni uvjeti, odnosno i kao dopunjeni bočni granični uvjeti za MASS model. MASS model sam određuje razvoj atmosferskih uvjeta u domeni na temelju međudjelovanja različitih elementa u atmosferi kao i između atmosfere i površine. Budući su podaci reanalize dostupni u relativno gruboj rezoluciji s mrežom točaka svakih 200 km, MASS računa na nekoliko manjih područja s finijom rezolucijom uzimajući rezultate prethodnog proračuna kao ulazni podatak u novi proračun, dok se ne postigne željena rezolucija. Glavni geofizički ulazni podaci koji se koriste su nadmorska visina, pokrivenost tla, vegetacija, vlaga tla i temperatura more-kopno.

MASS model je spregnut s WindMapom, jednostavnijim mikroskalnim programom strujanja vjetra koji se koristi za pročišćavanje prostorne rezolucije MASS modela i uključivanje lokalnih utjecaja orografije terena i hrapavosti tla. MASS simulira vremenske uvjete iznad regije za 366 povijesnih dana, nasumce odabranih u 15-godišnjem razdoblju. Nakon završenog proračuna rezultati se učitaju u WindMap. U ovom slučaju MASS model je računao na rezoluciji od 2,5 km, a WindMap na rezoluciji od 100 m.

U ovoj kategoriji definirano je ukupno dva kriterija od kojih se prvi odnosi na (MASS/WindMap) modelom određene uvjete vjetra u odabranim geografskim točkama, a drugi na horizontalnu nehomogenost vjetra, odnosno prostornu ekstrapolaciju vjetropotencijala i analizu proizvodnosti iz planirane vjetroelektrane temeljenu na osjetljivosti proizvodnje vjetroelektrane s obzirom na uvjete vjetra [2, The Facts, tablica niže].

Kao element za usporedbu lokacija po prvome kriteriju korištena je prosječna srednja godišnja brzina vjetra na lokaciji. Zbog važnosti kriterija vjetropotencijala pridijeljena mu je težina 1,0.

Za ocjenu po drugom kriteriju (kriterij 1b), podaci o vjetropotencijalu su preuzeti iz numeričkog modela vremena za svaku poziciju planiranog vjetroagregata. Referentni podaci su srednja godišnja brzina vjetra na 80 m iznad tla. Potom je za svaki agregat proračunata proizvodnja električne energije obzirom na dane uvjete vjetra te podatke o proizvodnji tipske 10 MW vjetroelektrane (tablica 3.1). Pretpostavljeno je kako je proizvodnja tipske vjetroelektrane koncentrirana na poziciji svakog vjetroagregata što se poslije svelo na pojedinačne jedinice snage 2 MW. Ovdje je bitno naglasiti kako je proizvodnost proračunata samo ne temelju jednog kriterija, a to je brzina vjetra. Nedostatci ovakvog pristupa su povezani s mnogim nesigurnostima u proizvodnji električne energije iz energije vjetra. Brojni su faktori koji znatno utječu na proizvodnost a koji zbog složenosti djelovanja nisu uzeti u obzir u rangiranju po ovom kriteriju. Tu su prije svega utjecaj zasjenjenja (wake-efekt), gubici histereze (brzina vjetra veća od isključne brzine), utjecaj turbulencija na rad vjetroagregata i drugi gubici povezani sa strategijom upravljanja vjetroelektranom i ugrađenom opremom. Iz navedenog je jasno kako je ovaj kriterij i pripadna rangirajuća ocjena, usko vezana uz vjetropotencijal lokacije, a manje na objektivne poteškoće koje se mogu očekivati pri stvarnom pogonu vjetroelektrane što znači da vrlo visoka proizvodnost dobivena samo na temelju brzine vjetra na lokaciji može biti znatno smanjena zbog utjecaja navedenih faktora.

Prostorna razdioba srednje godišnje brzine vjetra na visini od 80 m iznad tla dobivena je korištenjem karata vjetra dobivenim MASS/WindMap modelom za svaku pojedinu lokaciju. Na osnovu preliminarno određenog rasporeda vjetroagregata za svaku lokaciju, koji je

određen na osnovu minimalne međusobne udaljenosti od 400 m (oko 6 promjera rotora) proračunata je moguća proizvodnja iz pojedinih vjetroagregata, odnosno vjetroelektrane na temelju podataka vjetra dobivenim primjenom MASS/WindMap modela. Na taj način dobivena je preliminarna procjena proizvodnje iz vjetroelektrane. Za proračun proizvodnje korištena je osjetljivosti proizvodnje vjetroelektrane prikazan u tablici ispod [2], s obzirom na uvjete vjetra na lokaciji dobivene korištenjem MASS/WindMap modela.

Tablica 3.1 Osjetljivost proizvodnosti 10 MW vjetroelektrane s obzirom na brzinu vjetra na lokaciji [2]

| Brzina vjetra (m/s) | Brzina vjetra normalizirana na 6 m/s (%) | Proizvodnja energije 10 MW vjetroelektrane (MWh/god)* | Proizvodnja energije normalizirana na 6 m/s (%) | Kapitalni trošak normaliziran na 6 m/s (%) |
|---------------------|--|---|---|--|
| 5 | 83 | 11150 | 63 | 100 |
| 6 | 100 | 17714 | 100 | 100 |
| 7 | 117 | 24534 | 138 | 102 |
| 8 | 133 | 30972 | 175 | 105 |
| 9 | 150 | 36656 | 207 | 110 |
| 10 | 167 | 41386 | 234 | 120 |

*Pretpostavka je kako je korištena generička radna krivulja vjetroagregata, gustoća zraka $1,225 \text{ kg/m}^3$, ukupni gubici od 12 % i Raleigh-eva razdioba brzine vjetra.

Proračunate proizvodnosti korištene su samo za međusobnu usporedbu lokacija, a nikako nisu primjenjive za usporedbu s drugim izvorima podataka.

Kao element za usporedbu korišten je podatak o godišnjem trajanju proračunate proizvodnje u radnim satima na nazivnom pogonu za svaku od lokacija u užem izboru, a ovom je kriteriju pridijeljena važnost 1,0.

Proračunate proizvodnje nikako ne predstavljaju apsolutne iznose usporedive s proizvodnjama koje bi se dobile na temelju lokalno izmjerenih podataka i primjene cjelovite studije vjetra. Proračunate proizvodnje iz ove studije služe isključivo u svrhu međusobne usporedbe lokacija temeljem definiranih kriterija u poglavlju 3.4. Za detaljnu i točniju procjenu vjetropotencijala na lokaciji potrebno je izvršiti program mjerenja vjetra na lokaciji te izraditi studiju vjetra primjenom mikroskalnih numeričkih modela na temelju mjerenih podataka vjetra.

3.5.2. Prihvatni kapacitet lokacije

Veličina lokacije nije presudna za uspješni projekt vjetroelektrane, no veći prihvatni kapacitet lokacije može imati za posljedicu niži specifični trošak, pa u tom smislu može imati određenu ulogu u ocjeni prihvatljivosti lokacije. Ovaj kriterij stoga ima težinu 0,4.

3.5.3. Hrapavost površine i vegetacija

Lokacije obrasle visokom šumom već su eliminirane iz razmatranja kroz inicijalni odabir, pa razlike između pojedinih lokacija nisu znatne (uglavnom od golih do obraslih niskom makijom ili izoliranim šumarcima). Vegetacija kao element hrapavosti površine utječe na vertikalni porast brzine vjetra, ali budući da vjetar ima sposobnost „pamćenja“ stanja površine nekoliko kilometara uz vjetar, te budući da je efekt najizraženiji u prvih nekoliko desetaka metara od

tla, a s porastom visine (do 80-100 m koliko je tipična visina osi rotora) sve manje, ovaj kriterij nosi težinu 0,5.

3.5.4. Udaljenost priključka

Udaljenost priključka ovdje se razmatra kroz trošak koji priključak ima u varijanti 100-postotnog iskorištenja prihvatnog kapaciteta pojedine lokacije. Ovaj kriterij nosi težinu 0,6 zbog toga što je trošak priključka za srednje i velike vjetroelektrane relativno mali u ukupnoj investiciji (tipično do 5%).

3.5.5. Priključak na elektroenergetski sustav

Sljedeći kriterij po važnosti, koji također može biti odlučujući čimbenik u provedivosti projekta vjetroelektrane, je mogućnost evakuacije snage i energije iz VE uz zadovoljavanje propisanih tehničkih uvjeta i standarda kvalitete električne energije. Mogućnost priključka u velikoj je mjeri tehničko pitanje koje ovisi o nepredvidivim (veličina konzuma, hidrologija, raspoloživost elemenata mreže i sl.), ali i predvidivim i sasvim objektivnim čimbenicima (topologija mreže, presjeci vodova i sl.). Budući da se određenim zahvatima i rekonstrukcijama u mreži i/ili određenim rješenjima priključka ili strategijama upravljanja vjetroelektrane, kao i novim pristupom upravljanja EES-om, može djelovati na ispunjenje bitnih zahtjeva, ovaj kriterij ipak ima težinu manju od jedinice i u ovome slučaju iznosi 0,8.

Za detaljan i realističan uvid u mogućnost priključka određene snage na električnu mrežu u nekoj priključnoj točki potrebno je za svaku lokaciju napraviti detaljan tehnički proračun koji je izvan opsega ove studije. Da bi se ipak udovoljilo zahtjevu i potrebi za ocjenom mogućnosti priključka pojedine lokacije na mrežu, izrađivač smatra da je, unatoč rizicima koje takva procjena nosi, prihvatljivo (a u isto vrijeme i jedino moguće rješenje bez detaljnog proračuna) ocjenu mogućnosti priključka temeljiti na ekspertnoj procjeni iskusnih stručnjaka u analizi priključka vjetroelektrana na mrežu i ujedno dobrih poznavatelja karakterističnih stanja mreže.

3.5.6. Pristupni put

Ovim je kriterijem ocjenjena mogućnost pristupa lokaciji obzirom na postojanje puta, a ocjenjena je i dostupnost lokacije tijekom godine. Težinski faktor ovog kriterija je 0,3 budući da on predstavlja tek veći ili manji troškovni utjecaj.

3.5.7. Udaljenost naselja

Vjetroelektrane se ne smještaju u neposrednoj blizini naselja već i zbog potrebe da se zadovolje uvjeti o maksimalnim dozvoljenim razinama buke. Udaljenosti veće od 500 m trebale bi biti prihvatljive, no nekada i veća udaljenost naselja ipak zna proizvesti otpore lokalnog stanovništva, što u konačnici povećava rizike projekta. Osim same udaljenosti pojedinog naselja od vjetroelektrana, broj stanovnika u okolnim naseljima je važan parametar. Vjetroelektrana može imati direktan utjecaj na stanovnike u okolnim prostoru, u smislu korištenja prostora, proizvodnje buke i vizualnih utjecaja. Veći broj osoba na koje vjetroelektrana može imati utjecaj predstavlja i veći potencijalni otpor realizaciji projekta. Stoga ovaj kriterij ima težinu 0,4.

3.5.8. Blizina zaštićenih područja, lokaliteta i područja Nacionalne ekološke mreže

Zaštićena područja prirode uglavnom su eliminirana već prilikom inicijalnog izbora lokacija za gradnju vjetroelektrana. No, vjetroelektrane u blizini zaštićenih područja mogu imati direktan ili indirektan utjecaj na zaštićena područja. Stoga je udaljenost razmatrane lokacije od zaštićenih područja jedan od parametara koji utječe na konačnu ocjenu lokacije.

Uz kriterij blizine zaštićenih područja, pri ocjenjivanju potencijalnih lokacija treba uzeti u obzir područja Ekološke mreže (EM područja) te Područja posebne zaštite za ptice (SPA područja) dio kojih će ulaskom Hrvatske u EU postati sastavnice EU ekološke mreže NATURA 2000. Naime, ukoliko izgradnja vjetroelektrana može imati utjecaj na ova područja, neophodno je provesti i postupak Ocjene prihvatljivosti zahvata za prirodu, u okviru postupka Procjene utjecaja na okoliš ili kao samostalni postupak. Ovim postupkom ocjenjuje se u da li je zahvat prihvatljiv za prirodu i ukoliko je potrebno, koje kompenzacijske mjere je neophodno provesti da bi se zahvat proveo.

U okviru opisa pojedine lokacije po ovom kriteriju prikazani su podaci o tipu staništa, prema nacionalnoj klasifikaciji staništa, na području pojedine razmatrane lokacije. Ova površina procijenjena je kao mogući prostor utjecaja vjetroelektrane na staništa.

No, budući da za potrebe ove studije nisu vršena terenska biološka istraživanja, te na temelju dostupnih i korištenih podataka nije moguće procijeniti stvarni prostor mogućeg utjecaja, navedeni podaci daju tek osnovu na temelju koje će biti olakšana priprema bioloških istraživanja u daljnjim fazama realizacije projekta.

Ovaj kriterij ocijenjen kao relativno važan te mu je pridijeljena težina 0,7.

3.5.9. Namjena prostora i kvalitativna procjena vrijednosti zemljišta

Vjetroelektrane se u pravilu grade na van građevinskom zemljištu koje je klasificirano kao poljoprivredno ili šumsko. Utjecaj na vrijednost (i namjenu) zemljišta rijetko kada čini projekt neizvodivim, ali može povećati njegovu cijenu ukoliko se radi o poljoprivrednom zemljištu I ili II klase. Dodatno, blizina prostora posebne namjene (vojna, turistička i sl.) kao i letjelišta, mogu imati utjecaj na prostorni raspored vjetroturbina i/ili na financijski aspekt pripreme projekta. Budući da ovaj kriterij nije od presudne važnosti za realizaciju projekta, njegova ocjena sudjeluje u analizi s težinom 0,3.

3.5.10. Rezimirani pregled kriterija i težinskih faktora

U tablici 3.2 još jednom su sažeto prikazani svi kriteriji za ocjenu te pripadajući težinski faktori.

Tablica 3.2 Težinski faktori za pojedine kriterije

| Kriterij | Težinski faktor |
|---|-----------------|
| Topografsko-klimatološki elementi lokacije | |
| 1a vjetropotencijal na 80 m iznad tla | 1 |
| 1b proizvodnost | 1 |
| 1c prihvatni kapacitet lokacije | 0,4 |
| 1d hrapavost površine i vegetacija | 0,5 |
| Tehničko-infrastrukturni elementi | |
| 2a udaljenost priključka na EES | 0,6 |
| 2b ekspertna ocjena mogućnosti prihvata obzirom na stanje mreže | 0,8 |
| 2c pristupni put | 0,3 |
| Prostorno-planski i okolišni elementi | |
| 3a udaljenost naselja | 0,4 |
| 3b blizina zaštićenih područja, EM, SPA područja | 0,7 |
| 3c namjena prostora i kvalitativna procjena vrijednosti zemljišta | 0,3 |

4. OPIS KRITERIJA (OCJENA)

U ovom poglavlju opisani su kriteriji za evaluaciju lokacija vjetroelektrana i značenje pojedinih ocjena.

Kriterij 1a: vjetropotencijal na 80 m iznad tla

Vjetroelektrane je potrebno smjestiti na lokacije s dobrim potencijalom vjetra te je ocjena lokacije to viša što je procijenjeni vjetropotencijal bolji. Vjetropotencijal je procijenjen na temelju primjene MASS/WindMap numeričkog modela vremena. Kao element za ocjenu uzeta je očitana srednja godišnja brzina vjetra na 80 m iznad tla za sve lokacije. Ocjene su nelinearno raspoređene obzirom na porast srednje godišnje brzine vjetra kako bi bolje odražavale važnost uvjeta vjetra za ocjenu lokacije, odnosno uzele u obzir porast snage vjetra s porastom srednje brzine koji je kod ocjene lokacije važniji kod nižih brzina vjetra nego viših.

| Opis | Ocjena |
|--|--------|
| srednja god. brzina vjetra (1.1999.-12.1999.) manja od 6 m/s | 0 |
| srednja god. brzina vjetra (1.1999.-12.1999.) između 6 i 7 m/s | 1,8 |
| srednja god. brzina vjetra (1.1999.-12.1999.) između 7 i 8 m/s | 2,4 |
| srednja god. brzina vjetra (1.1999.-12.1999.) između 8 i 9 m/s | 3,2 |
| srednja god. brzina vjetra (1.1999.-12.1999.) veća od 9 m/s | 4 |

Kriterij 1b: proizvodnost

Pomoću izračunatih podataka vjetra na 80 m iznad tla moguće je proračunati proizvodnju električne energije za svaku poziciju vjetroagregata. Unatoč nesigurnosti pri proračunu srednjih godišnjih brzina vjetra dobivenih korištenjem MASS/WindMap modela, one se mogu koristiti pri proračunu proizvodnje električne energije, ali samo kao pokazatelji pri usporedbi odabranih lokacija – ne i kao konačni podaci za procjenu potencijala vjetra na pojedinim lokacijama. Podaci vjetra dobiveni su primjenom mezoskalnog/mikroskalnog modela MASS/WindMap na rezoluciji 2,5 km/100 m. Kao element za ocjenu uzeta je proračunata srednja godišnja proizvodnost vjetroelektrana za sve lokacije, u odabranim geografskim točkama korištenjem tablice 3.1.

| Opis | Ocjena |
|--|--------|
| srednja godišnja proizvodnja manja od 2000 sati na nazivnoj snazi | 0 |
| srednja godišnja proizvodnja između 2000 i 2500 sati na nazivnoj snazi | 1 |
| srednja godišnja proizvodnja između 2500 i 3000 sati na nazivnoj snazi | 2 |
| srednja godišnja proizvodnja 3000 i 3500 sati na nazivnoj snazi | 3 |
| srednja godišnja proizvodnja veća od 3500 sati na nazivnoj snazi | 4 |

Kriterij 1c: kapacitet lokacije

Iako nije preduvjet uspješnom projektu vjetroelektrane, u ovoj analizi lokacija fokus je stavljen na lokacije većeg prostornog kapaciteta, odnosno lokacije s mogućnošću instaliranja (grupiranja) većeg broja vjetroturbina. Kapacitet lokacije procijenjen je na bazi broja vjetroturbina koji bi se mogli postaviti na lokaciji. Razmaci među turbinama su oko 6

promjera rotora za pretpostavljenu turbinu klase 2 MW.

| Opis | Ocjena |
|------------------------|--------|
| do 10 vjetroturbina | 0 |
| | 1 |
| 10 – 20 vjetroturbina | 2 |
| | 3 |
| preko 20 vjetroturbina | 4 |

Kriterij 1d: hrapavost površine i vegetacija

O prizemnim elementima hrapavosti površine kao što su vegetacijske značajke, tip površine tla (vode, krš, trava i sl.), izgrađenost, tj. blizina naselja i sl., ovisi vertikalna promjena brzine vjetra i intenzitet turbulencija. Stoga o stanju površine tla ovisi i potrebna visina stupa budućeg vjetroagregata u cilju doseganja boljih i stabilnijih vjetrovnih prilika. Strujanja zraka „zapinje“ o elemente hrapavosti te lokacije s više elemenata hrapavosti koji se karakteriziraju većom duljinom hrapavosti imaju manju ocjenu.

| Opis | Ocjena |
|---|--------|
| veliki dio lokacije pod visokom šumom, u okolini također srednje visoka šuma, u okolici šuma, naselja i sl. | 0 |
| nisko raslinje, u okolici niska šuma ili poljoprivredne površine s drvenastim kulturama (voćnjaci, maslinici) | 1 |
| cijelo područje pretežno pod makijom ili rijetkim niskim raslinjem, a okolina lokacije manje hrapava; neravni i grubi krš i sl. | 2 |
| pretežno travnate površine ili golo, u široj okolici vodene površine, rijetko nisko raslinje i sl. | 3 |
| | 4 |

Kriterij 2a: udaljenost na EES

Kod ovog kriterija pristupa se na slijedeći način:

Prema normativnim cijenama priključka (cijeni izgradnje jednostrukog 110 kV priključnog voda, cijeni izgradnje nove transformatorske stanice 110/x kV i cijeni opremanja postrojenja potrebnim brojem polja) i procjeni udaljenosti do moguće priključne točke s jedne strane te veličine vjetroelektrane (80% procijenjenog prihvatnog kapaciteta) i pripadne razine investicije s druge, procjenjuje se udio troškova priključka u ukupnoj investiciji. Obzirom na ovaj procijenjeni udio troškova priključka ocjenjuje se lokacija kako je dolje navedeno. Treba imati u vidu da će stvarni troškovi priključka ovisiti o nizu specifičnih okolnosti koje je nemoguće ocijeniti u ovoj fazi projekta, kao što je konfiguracija priključka, specifičnosti lokalne mreže, potrebni zahvati u mreži, zakonske pristojbe i naknade za priključak i dr.

| Opis | Ocjena |
|--|--------|
| trošak priključka veći od 5% ukupne investicije | 0 |
| trošak priključka 4-5% ukupne investicije | 1 |
| trošak priključka 3-4% ukupne investicije | 2 |
| trošak priključka 2-3% ukupne investicije | 3 |
| trošak priključka manji od 2% ukupne investicije | 4 |

Kriterij 2b: ekspertna ocjena mogućnosti prihvata snage VE obzirom na stanje mreže

Ocjena mogućnosti evakuacije snage izvodi se na temelju ekspertnog mišljenja i poznavanja općeg stanja mreže u okolini potencijalne lokacije. Zbog planirane veličine izgradnje promatranih VE u ovoj analizi promatrat će se uglavnom priključak na 110 kV mrežu. Pri tom potrebno je napomenuti da se mogućnost prihvata razmatra za svaku VE pojedinačno, bez analize utjecaja na mogućnost prihvata snage sa susjednih lokacija. Obzirom na veliki broj bliskih lokacija nakon odabira najužeg kruga kandidata potrebno je provesti detaljniju analizu istodobnog prihvata svih jedinica.

| Opis | Ocjena |
|---|--------|
| mreža slaba, veliki očekivani problemi u evakuaciji snage | 0 |
| evakuacija snage zahtjevna s tehničkog i financijskog stanovišta | 1 |
| mrežni uvjeti za evakuaciju snage nisu idealni, mogu se očekivati manji problemi | 2 |
| predvidivo problemi se ne očekuju, ali zbog specifičnosti mreže potrebno je dodatno ispitivanje | 3 |
| mreža omogućava evakuaciju snage bez predvidivih tehničkih problema | 4 |

Kriterij 2c: pristupni put

Bolje je ocjenjena lokacija do koje postoji pristupni put i dostupna je tijekom cijele godine.

| Opis | Ocjena |
|--|--------|
| nema pristupa u blizini lokacije | 0 |
| pristupni put do 300 m od lokacije, visinska razlika 100 i više m, pristup nije moguć ili je otežan zimi | 1 |
| pristupni put do 300 m od lokacije, visinska razlika manja od 100 m, problemi s pristupom zimi | 2 |
| pristupni put do lokacije postoji | 3 |
| pristupni put do i uzduž lokacije postoji, pristupni put do mjerne točke | 4 |

| Kriterij 3a: udaljenost naselja | |
|--|----------------------------------|
| Promatra se udaljenost najbliže vjetroturbine u vjetroelektrani do naselja. Broj naselja u blizini i broj stanovnika okolnim naseljima. Što je udaljenost veća, a broj naselja i stanovnika manja, lokacija je bolje ocjenjena. Krajnja ocjena (0-4) definirana je ocjenama podkriterija i njihovih težinskih faktora. | |
| <i>Podkriterij 3a-1: udaljenost lokacije od naselja</i> | <i>Težinski faktor: 0,45</i> |
| Opis | Ocjena |
| udaljenost lokacije je manja od 500 m | 0 |
| udaljenost lokacije je 500 – 700 m | 1 |
| udaljenost lokacije je 700 – 1000 m | 2 |
| udaljenost lokacije je 1000 – 3000 m | 3 |
| udaljenost lokacije je veća od 3000 m | 4 |
| <i>Podkriterij 3a-2: Broj naselja na udaljenosti manjoj od 5000 m</i> | <i>Težinski faktor: 0,25</i> |
| Opis | Ocjena |
| 10 i više naselja unutar 5000 m | 0 |
| 7- 9 naselja unutar 5000 m | 1 |
| 5 - 6 naselja unutar 5000 m | 2 |
| 3 - 4 naselja unutar 5000 m | 3 |
| 2 naselje unutar 5000 m | 4 |
| <i>Podkriterij 3a-3: Broj stanovnika¹ u naseljima na udaljenosti manjoj od 5000 m</i> | <i>Težinski faktor: 0,30</i> |
| Opis | Ocjena |
| broj stanovnika veći od 10000 | 0 |
| broj stanovnika 5001 – 10000 | 1 |
| broj stanovnika 1501 – 5000 | 2 |
| broj stanovnika 301 – 1500 | 3 |
| broj stanovnika manji od 300 | 4 |

¹ Prema popisu stanovništva provedenom 2001. godine

| Kriterij 3b: blizina zaštićenih područja, NEM i NEM SPA, značajnih staništa | |
|---|--------------------------------|
| Lokacije na većim udaljenostima od zaštićenih područja, one koje se ne nalaze na SPA i EM području, lokacije izvan šumskih područja te na većoj su udaljenosti od staništa potencijalno značajnih za ornitofaunu i faunu šišmiša (rijeka, jezera, potoka, močvara, grebena) ocijenjene su višom ocjenom. Krajnja ocjena (0-4) definirana je ocjenama podkriterija i njihovih težinskih faktora. | |
| <i>Potkriterij 3b-1: udaljenost lokacije od zaštićenog područja (nac. park, park prirode, rezervat, zaštićeni krajolik)</i> | <i>Težinski faktor:</i> 0,2 |
| Opis | Ocjena |
| unutar zaštićenog područja | 0 |
| udaljenost lokacije je do 1000 m od zaštićenog područja | 1 |
| udaljenost lokacije je 1000 – 2000 m od zaštićenog područja | 2 |
| udaljenost lokacije je 2000 – 4000 m od zaštićenog područja | 3 |
| udaljenost lokacije je veća od 4000 m od zaštićenog područja | 4 |
| <i>Potkriterij 3b-2: lokacija u NEM i/ili NEM SPA području</i> | <i>Težinski faktor:</i> 0,2 |
| Opis | Ocjena |
| EM lokalitet ili lokacija zahvaća >50% površine SPA ili EM | 0 |
| lokacija zahvaća 10 - 50% SPA ili EM-a; ili je lokalitet na <100m u SPA | 1 |
| u SPA | 2 |
| u EM | 3 |
| izvan SPA/EM | 4 |
| <i>Potkriterij 3b-3: udaljenost lokacije od spilja /staništa šišmiša</i> | <i>Težinski faktor:</i> 0,2 |
| Opis | Ocjena |
| Poznati lokalitet šišmiša < 1000m | 0 |
| Spilja < 1000 m | 1 |
| Spilja/poznati lokalitet lokaliteti šišmiša 1000 -2000 m | 2 |
| Spilja/poznati lokalitet lokaliteti šišmiša 2000 - 3000 m | 3 |
| Spilja/poznati lokalitet lokaliteti šišmiša > 3000 m | 4 |
| <i>Potkriterij 3b-4: ekološki vrijedna staništa (rijeka/jezera/potoka/močvare/greben)</i> | <i>Težinski faktor:</i> 0,2 |
| Opis | Ocjena |
| < 100 m od rijeke/jezera/greben/ potok unutar lokacije | 0 |
| 100 - 250 m od mala rijeka/jezera/greben/ potok do 100m | 1 |
| mala rijeka/jezera/greben 250 – 700 potoka 100 – 250 | 2 |
| 700 - 1500 m od rijeke/jezera/greben 250 - 500 m od potoka | 3 |
| >1500 m od rijeke/jezera/potoka/greben >500 m od potoka | 4 |

| | |
|--|---------------------------------|
| <i>Potkriterij 3b-5: šumska staništa</i> | <i>Težinski faktor: 0,2</i> |
| Opis | Ocjena |
| manje od 5 VA izvan šume | 0 |
| 60 - 100 % lokacije u šumi | 1 |
| 30 - 60 % lokacije u šumi | 2 |
| < 30% lokacije u šumi | 3 |
| lokacija izvan šume | 4 |

| Kriterij 3c: namjena prostora i kvalitativna procjena vrijednosti zemljišta | |
|---|--------|
| Iako vjetroelektrana zauzima tek mali dio potrebnog prostora, vrijednost i namjena zemljišta mogu odigrati određenu ograničenu ulogu i učiniti lokaciju povoljnom ili manje povoljnom za gradnju vjetroelektrane. | |
| Opis | Ocjena |
| lokacija je na osobito vrijednom obradivom tlu | 0 |
| lokacija je na prostoru zaštitne šume | 1 |
| lokacija na vrijednom obradivom tlu | 2 |
| lokacija je u gospodarskoj šumi | 3 |
| lokacija je na prostoru s namjenom ostalo obradivo tlo | 3 |
| lokacija je na prostoru s namjenom ostalo poljoprivredno tlo, šume i šumsko zemljište | 4 |