

UDK 624.548:620.91(497.6):551.55:528.28  
Stručni članak

# Vjetroelektrana Mesihovina – vizija energetske budućnosti Bosne i Hercegovine

Dalibor MARINČIĆ – Mostar<sup>1</sup>

*SAŽETAK.* Imajući u vidu potrebe za energijom i snagom u dugoročnom razdoblju, te odgovornost za vlastiti opstanak, rast i razvoj, kao i zadovoljenje potreba kupaca, JP „Elektroprivreda hrvatske zajednice Herceg Bosne“ d.d. (EPHZHB) Mostar više od desetljeća radi na pripremi izgradnje energetskih objekata na bazi korištenja obnovljivih izvora energije (OIE – osobito energije vjetra i vodnih resursa), fosilnih goriva kao i moguće plinifikacije područja na kojem djeluje. U vremenu kada je izvjesna neizvjesnost, važna je orijentacija na projekte danas za bolje sutra s podrškom lokalne zajednice, tijela vlasti u BiH, a osobito međunarodnih institucija. U tom smislu ističe se projekt vjetroelektrana (VE) Mesihovina. U radu će biti dane osnovne značajke projekta VE Mesihovina, prikazane analize vjetropotencijala, tijek i dinamika realizacije projekta s naglaskom na izradu dokumentacije i ishodenje dozvola kao i prepreke tijekom realizacije projekta s prijedlogom mjera za povećanje stupnja realizacije projekata OIE.

*Ključne riječi:* obnovljivi izvori energije, vjetroelektrana, vjetropotencijali, geoistraživanja, GPS.

## 1. Uvod

EPHZHB pokrenuo je razvojne projekte koji će osigurati perspektivu vlastite budućnosti te ostvariti uvjete za rast i razvoj gospodarstva na prostorima djelovanja. Od srpnja 2004. godine uspostavljen je iznimno vrijedan i važan sustav praćenja parametara energije vjetra na 10 lokacija, na prostoru šest općina u tri županije: Hercegbosanske, Zapadno-hercegovačke i Hercegovačko-neretvanske. Kao rezultat dvogodišnjeg ciklusa istraživanja, konzultantska kuća NIPSA iz Madrida izradila je studiju *Analysis for the use of Wind Power for Electricity Generation in Bosnia and Herzegovina (Analiza mogućnosti korištenja energije vjetra u proizvodnji električne energije u BiH)* (NIPSA 2006). Studiju je revidirala renomirana konzultantska kuća GL Garrad Hassan iz Zaragoze. EPHZHB predstavio je i prezentirao projekt javnosti u svibnju 2006. godine u kongresnoj dvorani hotela Ero u Mostaru. Od 10 lokacija, za daljnja istraživanja i izgradnju prioritetno je odabran lokalitet Mesihovina na području općine Tomislavgrad. Stoga je na lokalitetu Pećinovac,

<sup>1</sup> Dalibor Marinčić, dipl. ing. geod., JP „Elektroprivreda HZ-HB“, Mile Budaka 106a, BA-88000 Mostar, Bosna i Hercegovina, e-mail: dalibor.marincic@ephzhb.ba.

iznad naselja Mrkodol, u srpnju 2004. godine instaliran mjerni stup visine 10 m te u srpnju mjerni stup visine 50 m (slika 1). Mjerni su stupovi dobro izloženi svim smjerovima vjetra bez zasjenjivanja, a omogućen je pristup automobilom (NIP,SA 2006). Dalekovod od 110 kV nalazi se na udaljenosti oko 650 m od mjernih stupova. Distribucija vjetroenergije s vjetroelektrane (VE) Mesihovina koncentrirana je većinom na sjeverni–sjeveroistočni sektor ( $30^\circ$ ) pri čemu se ne smije zanemariti i znatan udio vjetra iz sektora jugoistok–jug ( $150\text{--}180^\circ$ ) (Anemos-Jacob 2008).



Slika 1. Mjerni stupovi visine 10 m i 50 m na lokaciji VE Mesihovina.

## 2. Prihvaćenost projekta od okruženja i obvezujuće odluke

Strateškim planom i programom razvoja energetskog sektora Federacije BiH razvojni projekti EPHZHB uvršteni su u prioritetne projekte BiH. Prema Odluci Vlade FBiH od 15. veljače 2010. godine o proglašenju javnoga interesa i pristupanju pripremi i izgradnji 28 prioritetnih elektroenergetskih objekata u FBiH, EPHZHB je nositelj aktivnosti za pripremu izgradnje i izgradnju 11 prioritetnih elektroenergetskih objekata uključujući i VE Mesihovina. VE Mesihovina sastavni je dio svih poslovnih planova EPHZHB od 2006. godine do danas, strateških i planskih dokumenata, energetskih studija i studija razvoja u FBiH i BiH. VE Mesihovina podržana je od strane lokalne zajednice (Ugovor o međusobnoj suradnji s općinom Tomislavgrad za VE Mesihovina br. I-7270/09 od 03.09.2009.), Hercegobosanske županije (Ugovor o koncesiji za VE Mesihovina br. I-7025/09 od 26.08.2009. s Ministarstvom gospodarstva HBŽ), Vlade Federacije BiH te Vijeća ministara BiH.

Njemačka državna banka za razvoj (KfW) uz odobrenje i pomoć Njemačkog ministarstva za međunarodnu gospodarsku suradnju osigurala je 72 mil. eura za finan-

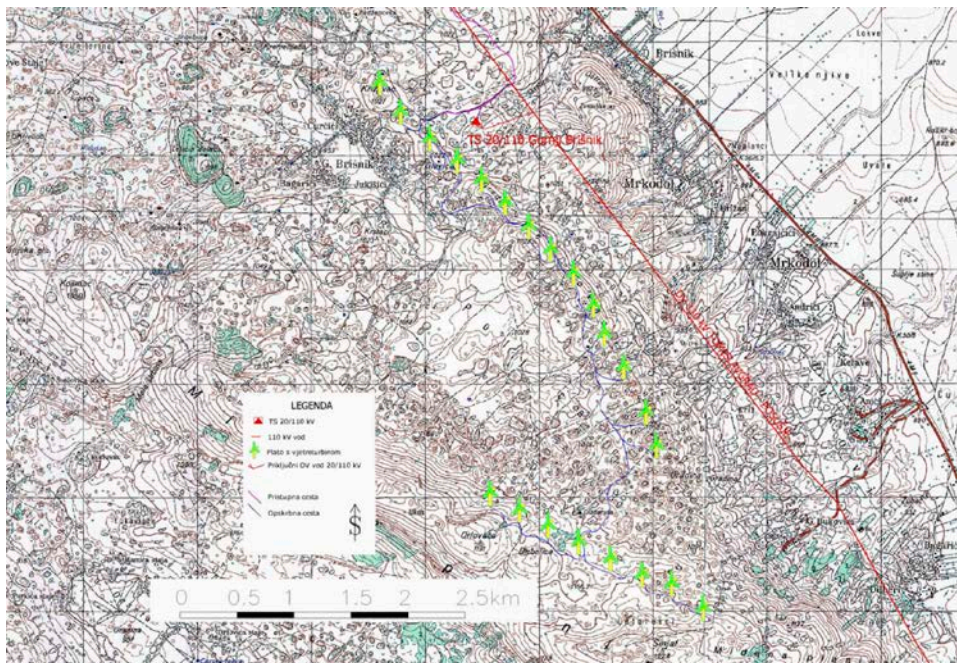
ciranje projekta vjetroelektrane Mesihovina. Za tu investiciju u iznosu od 78 milijuna eura osigurana su financijska sredstva 23. veljače 2010., potpisanim Ugovorom o projektu i kreditu te Ugovorom o financiranju projekta, između Njemačke razvojne banke KfW Bosne i Hercegovine, Federacije BiH i EPHZHB. Kreditna su sredstva 71 milijuna eura, 1 milijun eura grant sredstava (za konzultantske usluge), dok su vlastita sredstva poduzeća 6 milijuna eura. Na taj način potvrđena je fizibilnost Projekta VE Mesihovina i stečeni su financijski uvjeti za izgradnju.

Dakle, u svim relevantnim dokumentima, koji uređuju i određuju korištenje resursa i prostora za energetske infrastrukturu na svim razinama vlasti u Federaciji BiH i koji određuju energetske strategije Federacije BiH, VE Mesihovina je uvrštena i tretirana kao prioritetni proizvodni objekt od javnog interesa.

Izrađena je projektna dokumentacija do razine Glavnog projekta i ishodene su potrebne dozvole do građevinske dozvole, i o čemu će biti više riječi u nastavku rada. Sukladno obvezujućim odlukama i poslovnoj politici EPHZHB, formirana je posebna organizacijska jedinica Pogon VE Mesihovina u izgradnji te je u tijeku izgradnja Poslovnog objekta s parterom u Tomislavgradu.

### 3. Karakteristike VE Mesihovina

VE Mesihovina imat će 22 vjetroturbine pojedinačne instalirane snage od 2 do 2,5 MW, što će činiti ukupnu instaliranu snagu od 44 do 55 MW, ovisno o izboru odnosno snazi pojedine vjetroturbine (slika 2). Očekivana godišnja proizvodnja bit će



Slika 2. Pregledna karta rasporeda vjetroturbina VE Mesihovina.

od 128 527 do 150 300 MWh električne energije. Faktor kapacitivnosti iznosi oko 32,0 %, čemu odgovara 2799 ekvivalentnih sati rada s ukupno izračunatim gubitcima od oko 14,5 % (Fichtner & Co. KG 2011b). Svaka će vjetroturbina će imati temelje i plato, kao i pristupne ceste. Također je planirana izgradnja transformatorske stanice 20/110 kV Gornji Brišnik. U neposrednoj blizini VE Mesihovina prolazi 110 kV dalekovod Tomislavgrad – Posušje izveden vodovima Al/Če 150/25 mm<sup>2</sup> dopuštenog opterećenja 80 MW, s perspektivom povećanja do 100 MW (NIP-SA 2006). Priključak dalekovoda predviđen je metodom ulaz-izlaz presijecanjem postojećeg DV 110 kV Tomislavgrad – Posušje i uvođenjem u trafostanicu 20/110 kV Gornji Brišnik za VE Mesihovina (EnergoControl 2010). Puštanje u pogon VE Mesihovina očekuje se potkraj 2015. godine.

#### 4. Izbor konzultanta

EPHZHB provela je proceduru izbora konzultanta za VE Mesihovina i 23. studenoga 2010. godine potpisala Ugovor za konzultantske poslove na projektu VE Mesihovina s renomiranom njemačkom tvrtkom Fichtner GmbH & Co. KG. Konzultantski poslovi obuhvaćaju izradu projektne dokumentacije, asistiranje i provedbu procedure oko nabave roba i usluga, konzultantske usluge pri ugovaranju s isporučiteljima, provedbu nadzora pri realizaciji ugovora o isporukama i montaži opreme, puštanje u rad i pomoć pri konačnom preuzimanju vjetroelektrane.

#### 5. Realizacija VE Mesihovina

VE Mesihovina realizira se u tri (3) lota (Fichtner & Co. KG 2011b):

##### Lot 1a

- Inženjering, nabava, isporuka i izgradnja 22 vjetroturbine multi MW klase s temeljima uključujući sustav upravljanja, građevinske i električne radove.

##### Lot 1b

- Inženjering, nabava, isporuka i izgradnja TS 20/110 kV Gornji Brišnik s priključkom na EES, SN električne radove, uključujući sustav upravljanja i građevinske radove.

##### Lot 2

- Izgradnja pristupne ceste, internih prometnica vjetroelektrane Mesihovina i platformi za kranove.

U tijeku je provedba natječajne procedure za Lot 1a i 1b (iz kreditnih sredstava banke KfW) i Lot 2 (iz vlastitih sredstava EPHZHB).

## 5.1. Analize vjetropotencijala

Provedene su cjelokupne analize podataka vjetropotencijala na području od interesa za izgradnju VE Mesihovina. Podaci mjerenja za analize vjetropotencijala prikupljaju se od 14. srpnja 2004. Za potrebe izrade rada, osnovni pokazatelji vjetropotencijala od 14. 7. 2004. do 30. 4. 2013. dani su u tablici 1 i na slici 3. Zapisi svakih 10 min redovito se prikupljaju i obrađuju licenciranim softverima Witerm, WASP i Wind Farmer.

Ruža brzina vjetrova Ruža frekvencije vjetrova Distribucija specifičnog toka energije vjetra



Slika 3. Ruža brzina vjetrova, ruža frekvencije vjetrova i distribucija specifičnog toka energije vjetra po sektorima (slijeva nadesno) na visini mjerenja od 50 m.

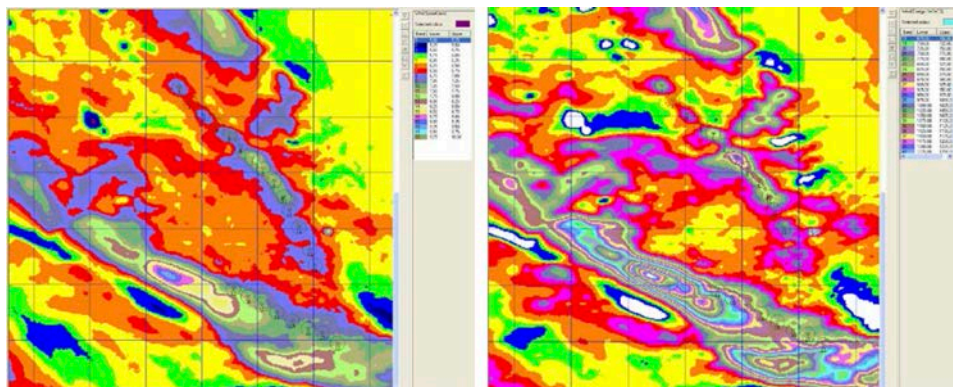
Tablica 1. Rezultati mjerenja.

|   |                                    |                                  |       |
|---|------------------------------------|----------------------------------|-------|
| Trajanje mjerenja brzine vjetra*        | od 14. 7. 2004.<br>do 30. 4. 2013. | Visina mjernog stupa (m)         | 50    |
| Srednja brzina vjetra (m/s)             | 7,2                                | Srednja vrijednost temp. (°C)    | 9,5   |
| Maksimalna brzina vjetra (m/s)          | 32,9                               | Maksimalna vrijednost temp. (°C) | 42,8  |
| Dominantni smjer vjetra                 | SSI (30°)                          | Minimalna vrijednost temp. (°C)  | -17,4 |
| Dominantni smjer vjetra                 |                                    | S i SSI                          |       |
| Dani smrzavanja (%/god)                 |                                    | 1,5                              |       |
| Dani tišine (%/god)                     |                                    | 15,7                             |       |
| Intenzitet turbulencije $V > 3$ m/s (%) |                                    | 10,8                             |       |
| Gustoća zraka (kg/m <sup>3</sup> )      |                                    | 1,093                            |       |
| Weibull A [m/s]                         |                                    | 8,0                              |       |
| Weibull k [-]                           |                                    | 1,75                             |       |

\* NRG 10 m: 14. 7. 2004. – 21. 4. 2009., 50 m: 15. 7. 2005. – 24. 3. 2008.; Wilmers 50 m: 26. 5. 2010. – mjerenje i dalje u tijeku

Iz tablice 1 i sa slike 3 može se očitati da je u mjerenom razdoblju dominantan smjer vjetra sjever–sjeveroistok ( $30^\circ$ ), i to u 28,7 % slučajeva s izračunatom brzinom vjetra od 7,9 m/s na visini do glave rotora vjetroturbine od 80 m te energetske osjetljivošću od  $653 \text{ W/m}^2$ . Najveća je iskoristivost, ali i frekventnost, iz smjera sjever–sjeveroistok, zatim slijede vjetrovi iz smjera jugoistok–jug ( $150^\circ$ ) s udjelom od 13,2 %, i smjera jug ( $180^\circ$ ) s udjelom od 11,2 %. Iz navedenog je nedvojbeno da je uz dominantni smjer sjever–sjeveroistok iznimno važan udio vjetra iz južnog sektora, što je uvaženo pri optimizaciji rasporeda vjetroturbina. Karakteristike vjetra pokazuju da nema ekstremno jakih udara, te je i vrlo kratko vrijeme trajanja brzina iznad 20 m/s (Anemos-Jacob 2008).

Prema potencijalima mjerenja brzina vjetrova, makroprostor VE Mesihovina nalazi se u zoni od 6,2 do 10,0 m/s, a sam prostor VE Mesihovina u zoni 6,8 – 8,0 m/s. Iz atlasa energetske osjetljivosti razvidno je da su rasponi kretanja energetske osjetljivosti makroprostora VE Mesihovina od 325 do  $1450 \text{ W/m}^2$ , a mikroprostor VE Mesihovina kreće se u rasponu od 500 do  $775 \text{ W/m}^2$  (slike 4a i 4b). Smanjenje brzine vjetra zbog utjecaja “Wake” efekta ukupno iznosi 2,35 %.



Slika 4. a) Atlas brzina vjetrova; b) atlas energetske osjetljivosti.

## 5.2. Aktivnosti u tijeku vezane uz problematiku realizacije izrade projektne dokumentacije i ishoda dozvola za VE Mesihovina

Izrađena je projektna dokumentacija do razine Glavnog projekta i ishodne potrebne dozvole do građevinske dozvole. Dana 17. 12. 2012. Ovlašteno tijelo za provođenje projekata mehanizma čistog razvoja u BiH donijelo je pismeno odobrenje za projekt VE Mesihovina pod rednim brojem 3.

Federalno ministarstvo prostornog uređenja 11. 1. 2013. izdalo je Rješenje br. UPI/03-23-2-285/12 SK o izdavanju načelnog odobrenja za izgradnju VE Mesihovina s rokom važenja 5 godina od nadnevkva pravovaljanosti Rješenja.

Sukladno izdanom Rješenju mogu se izvoditi pripremni radovi za navedene 4 cjeline složenog objekta VE Mesihovina te će se tim slijedom izdavati odobrenja za izgradnju:

- i) Priključak na magistralnu cestu M 6.1, pristupni put s platoima za kranove i vjetroturbine VT1–VT22
- ii) Trafostanica 20/110 kV Gornji Brišnik s priključkom na EES (110 kV Tomislavgrad – Posušje)
- iii) SN-kabli (20 kV) i komunikacijski kabli za povezivanje vjetroturbina VT1–VT22 s TS 20/110 kV Gornji Brišnik
- iv) 22 vjetroturbine (VT1–VT22) s temeljima.

Osnovana je posebna organizacijska jedinica Pogon VE Mesihovina u izgradnji te je u tijeku izgradnja Poslovnog objekta s parterom u Tomislavgradu.

### 5.3. Provedba Programa istražnih radova vezanih uz VE Mesihovina

Završena je provedba Programa istražnih radova (geodetskih, geotehničkih, geofizičkih, seizmotektonskih, itd.) s trasiranjem pristupnih cesta za Glavni projekt VE Mesihovina. Svrha je istraživanja prikupljanje detaljnih informacija o prostornim, inženjersko-geološkim, seizmološkim i geotehničkim obilježjima terena i ostalih potrebnih podataka za izradu Glavnog projekta VE Mesihovina kao podloge za izvođenje građevinskih radova (Fichtner & Co. KG 2011a).

#### 5.3.1. Geodetski istražni radovi vezani uz VE Mesihovina

Stručno osoblje EPHZHB izradilo je Geodetski elaborat – „0“ stanje za Glavni projekt VE Mesihovina i Geodetski elaborat za izvlaštenje zemljišta i izvođenje građevinskih radova za VE Mesihovina. Ti su elaborati osnova:

- za ishodenje građevinske dozvole za vjetroelektranu Mesihovina
- za rješavanje imovinsko-pravnih odnosa
- za daljnji nastavak istraživanja i ishodenja potrebnih dozvola.

Za provedbu programa geodetskih istražnih radova osigurane su sljedeće geodetske podloge u širem području obuhvata VE Mesihovina:

- Topografske karte M 1:25 000
- Geodetsko-katastarski planovi M 1:5000 i 1:2500 (H+V prikaz)
- Ortofoto planovi M 1:5000.

Sukladno važećim zakonskim aktima, svi geodetski radovi objedinjeni su u Geodetskom elaboratu za Glavni projekt (studeni 2011.) koji je predstavljao podlogu za izradu Glavnog projekta. Stoga je za potrebe izrade Glavnog projekta VE Mesihovina bilo potrebno (Marinčić i dr. 2011):

1. Obaviti ripremne geodetske radove: fiksiranje geodetske osnove (uspostava GPS, trigonometrijske, poligonske i nivelmanske mreže i stabilizacija):
  - a) ispitati stanje geodetske osnove (GPS, trigonometrijske, poligonske i nivelmanske mreže) te ocijeniti njihovu dostatnost za potrebe ažuriranja podloga,
  - b) fiksirati geodetsku osnovu (uspostava i stabilizacija GPS, trigonometrijske, poligonske i nivelmanske mreže) položajne točnosti  $\pm 1$  cm,
  - c) izraditi stabilnu nivelmansku mrežu radi preciznog utvrđivanja visinskih odnosa na terenu s točnošću određivanja visinskih razlika  $\pm 5$  mm/1 km.

2. Obaviti geodetska snimanja situacija i poprečnih profila, računalnu obradu podataka i iscertavanje u AutoCAD okruženju za lokacije:
  - a) vjetroturbina
    - i. snimiti situacije lokacija vjetroturbina M 1:100; površina snimanja 1 ha po lokaciji vjetroturbine; obraditi podatke mjerenja i iscertati situaciju u CAD okruženju
    - ii. snimiti poprečne profile na lokacijama vjetroturbina M 1:100 dužine oko 100 m (2 po lokaciji vjetroturbine); obraditi podatke mjerenja i iscertati situaciju u CAD okruženju
  - b) trafostanice TS 20/110 kV Gornji Brišnik
    - i. snimiti situaciju lokacije trafostanice M 1:100 površine oko 3,5 ha; obraditi podatke mjerenja i iscertati situaciju u CAD okruženju
  - c) trasa pristupnih cesta s priključkom na magistralnu cestu M 6.1
    - i. snimiti situaciju trase pristupnih cesta M 1:500; ukupna dužina trasa snimanja iznosi 24,175 km; obraditi podatke mjerenja i iscertati situaciju u CAD okruženju
    - ii. snimiti poprečne profile duž trase pristupnih cesta M 1:100 na svakih 25 m širine 30 m ( $\pm 15$  m od osi ceste); ukupna dužina trasa snimanja iznosi 24,5 km; obraditi podatke mjerenja i iscertati situaciju u CAD okruženju
    - iii. snimiti situaciju priključka na magistralnu cestu M 1:200 površine oko 2 ha; obraditi podatke mjerenja i iscertati situaciju u CAD okruženju
  - d) izraditi situaciju M 1:1000 obuhvata VE Mesihovina (VT, TS, pristupne ceste) u CAD okruženju.
3. Točke geodetske osnove kao i detaljne točke snimanja prilagoditi formatu: Br. točke, Y, X, H i dostaviti ih u .TXT ili .XLS formatu podataka.
4. Točke geodetske osnove i detaljne točke snimanja od kojih se sastoje uzdužni profil i poprečni profili moraju biti sastavnim dijelom datoteka .TXT ili .XLS formata podataka ali i dostavljene u zasebnim .TXT ili .XLS datotekama prilagođene formatu:

Pr i (i=1...n)

Br. točke, Y, X, H
5. Sve grafičke priloge izraditi u CAD formatu.
6. Izraditi Geodetski elaborat – „0” stanje za Glavni projekt, tj. sve izvedene radove objediniti u zaseban geodetski elaborat u obliku tekstualne datoteke u formatu za MS Word za tekstualni dio, te u DWG formatu za podloge koje će se upotrebljavati u AutoCAD-u.
7. Izraditi Geodetski elaborat za izvlaštenje zemljišta i izvođenje građevinskih radova za VE Mesihovina u obliku tekstualne datoteke u formatu za MS WORD za tekstualni dio, te u DWG formatu za podloge koje će se upotrebljavati u AutoCAD-u.



## Geodetska osnova

Na širem području zadatka i u neposrednoj blizini obavljena je revizija postojeće trigonometrijske mreže koja je bila osnova za izvođenje snimanja i transformaciju podataka u državni koordinatni sustav. Na širem području VE Mesihovina smještenom na prostoru k.o. Mokronoge, k.o. Srđani, k.o. Lipa, k.o. Prisoje, k.o. Kovači, k.o. Stipanjići, k.o. Omerovići, k.o. G. i D. Brišnik, k.o. Kolo, k.o. Mrkodol i k.o. Bukovica u općini Tomislavgrad iz nadležnoga katastarskog ureda pribavljene su koordinate trigonometara III. i IV. reda koji su činili geodetsku osnovu mjerenja (slika 5) (Marinčić i dr. 2013).



Slika 5. T18 – bolcna u kamenu.



Slika 6. Novopostavljena GPS točka BPC2.

Na mikropodručju VE Mesihovina novopostavljene su GPS točke stabilizirane klesanim križem u živoj stijeni po pravilima struke, kako bi se progustila mreža, a samim time i povećala njezina točnost, te da bi se mogle upotrebljavati tijekom građenja i nakon njega. Nakon provedene obrade i izjednačenja opažanih vektora te obavljene sedamparametarske 3D Helmertove transformacije dobio se pouzdan i kvalitetan lokalni koordinatni sustav – VE Mesihovina 2011. Na osnovi toga sustava, tj. njegovih transformacijskih parametara, dobivene su konačne (precizne) koordinate za nove baze (NB1–NB8). Također, pomoću toga sustava i njegovih transformacijskih parametara tijekom mjerenja (RTK metodom, o čemu će biti riječi u sljedećem poglavlju) izbačene su nove GPS točke, koje su poslužile za progušćenje mreže, te lakša i pouzdanija mjerenja na mikropodručjima zone obuhvata VE Mesihovina. Novopostavljene GPS točke stabilizirane su klesanim križem u živoj stijeni (slika 6). Ukupno je stabilizirano 69 novih GPS točaka (Marinčić i dr. 2013).

## Geodetska snimanja situacija i poprečnih profila

Nakon provedenog rekognosciranja terena i prikupljanja službenih podataka o geodetskoj osnovi te nadopune osnove novim geodetskim točkama započela su geodetska mjerenja uvažavajući kriterije postavljene projektnim zadatkom.

Za izvođenje GPS mjerenja postavljeni su sljedeći parametri opažanja:

- donja elevacija registracije satelita:  $10^\circ$
- interval registracije satelita: 5 sekundi
- GDOP < 2.

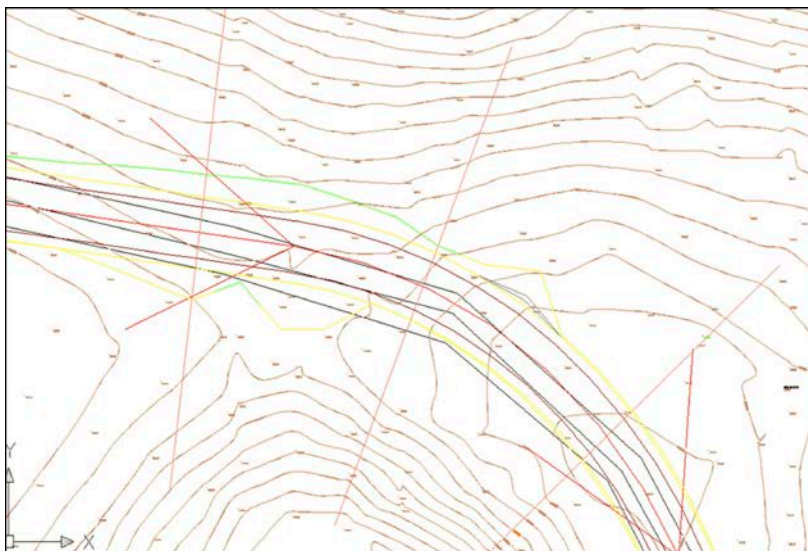
Uvažavajući navedene kriterije i zahtjeve projektnog zadatka prema točnosti, s podešenim parametrima opažanja, u razdoblju od siječnja do kolovoza 2011. godine izvršeno je geodetsko snimanje uz koje je paralelno obavljena i obrada podataka te iscrtavanje u CAD okruženju sukladno zahtjevima naručitelja, a prema obvezama iz projektnog zadatka. Geodetsko snimanje terena izvedeno je najmodernijom, visokopreciznom geodetskom opremom, koja uključuje mjernu stanicu Leica TPS1203+ i komplet Leica GPS1200 sastavljen od bazne stanice i rovera. Snimano je relativnom kinematičkom GPS-metodom u stvarnom vremenu koja podrazumijeva inicijalizaciju mjerenja (određivanje ambiguiteta) (RTK), te stacionarnu referentnu bazu i pokretnog rovera kojemu se trajektorija gibanja određuje u pokretu. Uz spomenutu RTK metodu snimanja, opažanja su obavljena i klasičnom metodom mjerenja kutova i dužina pomoću mjerne stanice i reflektirajuće prizme. Princip se zasniva na tome da se mjerna stanica (tzv. totalna stanica) postavi na prethodno postavljenu geodetsku točku čije koordinate su poznate (dobivena nekom od GPS metoda ili iz poligonskih vlakova) te se s nje izvede orijentacija na točku čije su koordinate također poznate, a nakon toga se mogu izvoditi opažanja na zahtijevanom području slanjem i primanjem infracrvenih zraka sa reflektirajuće prizme.

### Geodetski radovi na lokacijama vjetroturbina

Na svakoj od lokacija vjetroturbina (VT1 do VT22) snimljene su situacije lokacija u mjerilu M 1:100, te su također snimljena po 2 poprečna profila pojedinačne širine oko 100 metara. Prvotno se pristupalo snimanju poprečnih profila, neposredno nakon toga snimanju lokacija, a sama snimanja su obavljena u razdoblju od siječnja do ožujka 2011. godine (slike 7, 8, 9 i 10).



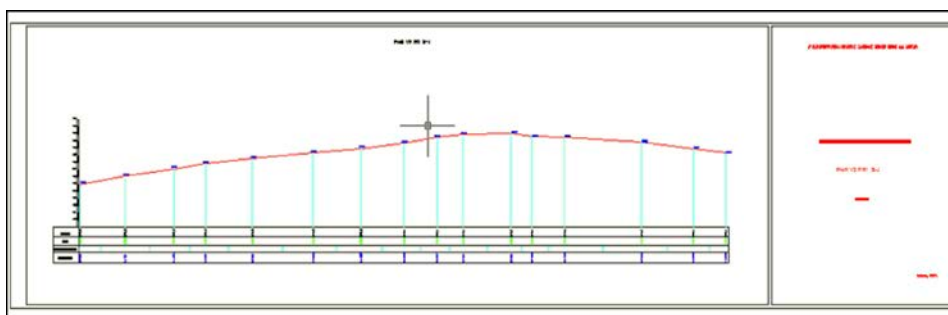
Slika 7. Detalji sa snimanja lokacija vjetroturbina.



Slika 8. Snimljena i iscertana situacija na lokaciji vjetroturbine VT21.



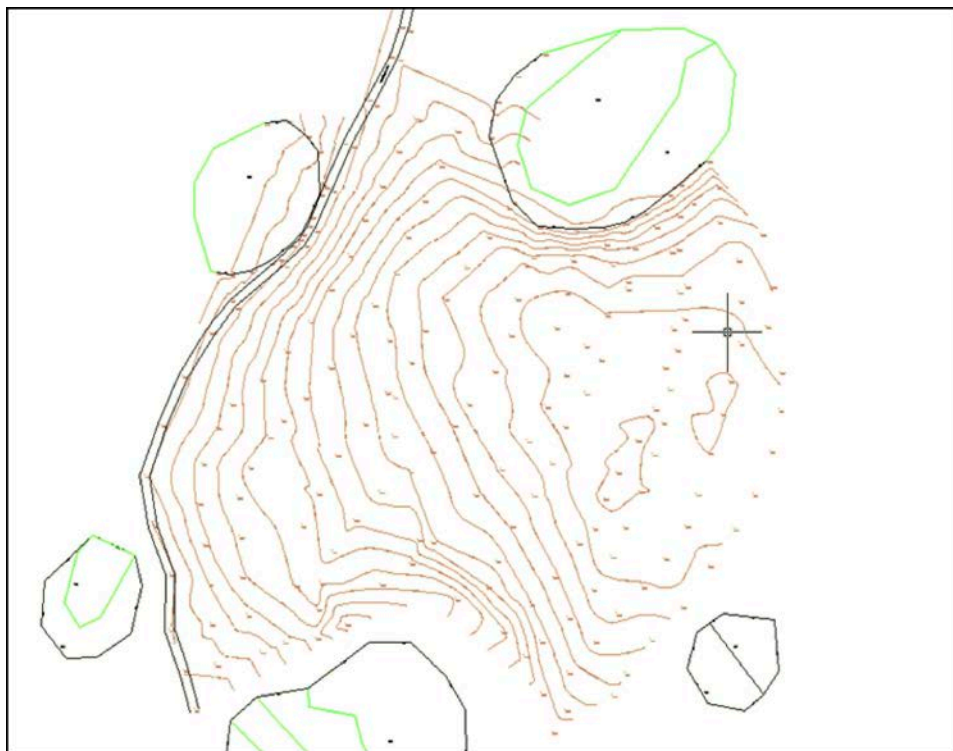
Slika 9. Detalj sa snimanja poprečnih profila na lokacijama vjetroturbina.



Slika 10. Iscertan poprečni profil (VT3-profil sjever–jug).

## Snimanje situacije lokacije trafostanice TS 20/110 Gornji Brišnik

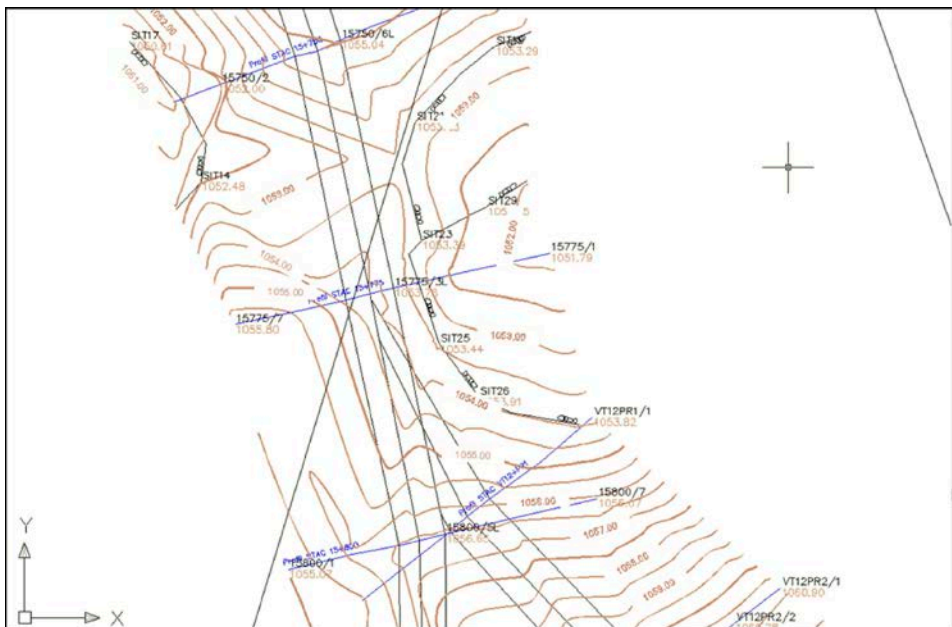
Osim lokacija vjetroturbin, prema projektnom zadatku bilo je potrebno napraviti i geodetsku snimku lokacije buduće trafostanice TS 20/110 Gornji Brišnik u mjerilu M 1:100. Područje obuhvata trafostanice iznosi oko 3,5 ha. Prikaz snimljenog područja lokacije trafostanice dan je na slici 11.



Slika 11. Geodetska snimka područja trafostanice TS 20/110 Gornji Brišnik.

## Geodetski radovi na pristupnoj cesti

Na cjelokupnoj dužini trase ceste, koja iznosi 24,175 km, snimljena je situacija za traženo mjerilo M 1:500, zatim su snimljeni poprečni profili po cijeloj trasi širine 30 m ( $\pm 15$  m od osi ceste) u mjerilu M 1:100/100, te je na mjestu priključka pristupne ceste na postojeću magistralnu cestu snimljena situacija u mjerilu M 1:200. Svi su podaci nakon mjerenja obrađeni i iscrtani pomoću odgovarajućih CAD alata. Na slici 12 dan je prikaz dijela situacije snimljene na trasi pristupnog puta zajedno s pripadajućim poprečnim profilima na tom dijelu trase. Isto je tako na slici 13 prikazan detalj sa snimanja situacija pristupnih i opskrbnih cesta.



Slika 12. Situacija snimljena na dijelu trase pristupne ceste zajedno s pripadajućim poprečnim profilima (od stacionaže 15+750 do stacionaže 15+800).



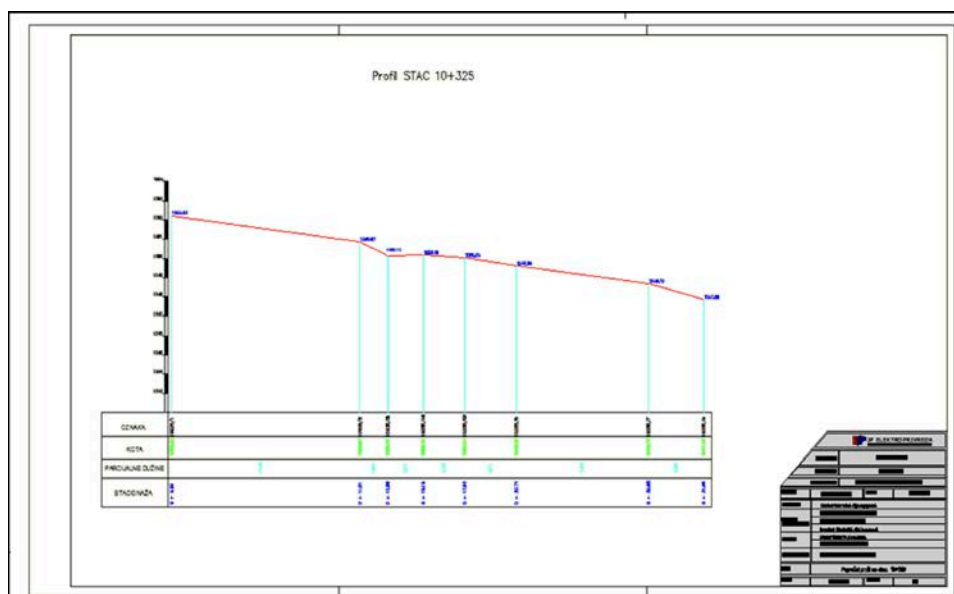
Slika 13. Detalj sa snimanja situacija na trasi pristupnih i opskrbnih cesta.

### Snimanje poprečnih profila duž trase pristupnih cesta

Neposredno nakon snimanja situacija na trasi pristupne ceste (svibanj, lipanj i srpanj 2011.), započelo je snimanje 25-metarskih poprečnih profila na cijeloj dužini trase uključujući i odvojke pristupne ceste prema lokacijama pojedinačnih vjetroturbin. Pošto je traženo mjerilo za iscrtavanje poprečnih profila M 1:100/100, vodilo se računa o tome da se profili snime detaljno u skladu s traženim mjerilom (razmak između dviju točaka maksimalno do 6 metara i na najravnijim dijelovima terena), tako da je na svakom profilu snimljeno najmanje 6 točaka, dok je na mjestima gdje je to zahtijevala konfiguracija tere-



Slika 14. Detalj snimanja poprečnih profila duž trase pristupnih i opskrbnih cesta.

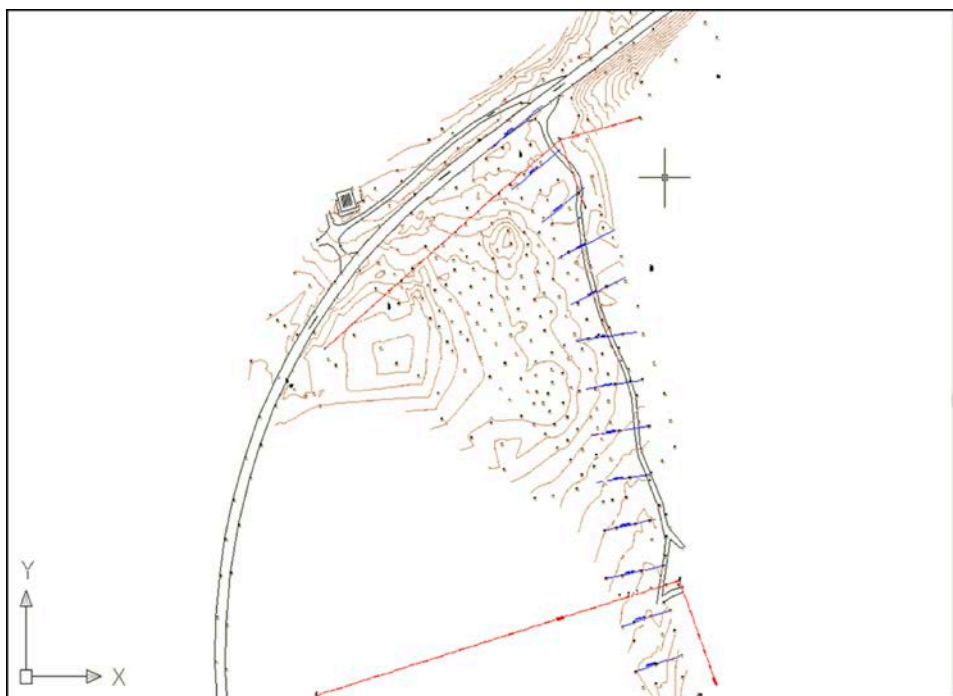


Slika 15. Iscrtani poprečni profil na stacionaži 10+325.

na snimljeno i znatno više točaka. Detalj sa snimanja poprečnih profila prikazan je na slici 14. Primjer iscrtanog poprečnog profila trase pristupne ceste dan je na slici 15.

### Snimanje situacije priključka na magistralnu cestu M 6.1

Planirana trasa pristupne ceste spaja se s postojećom magistralnom cestom M 6.1 Livno – Tomislavgrad na lokaciji Privala, pa je stoga na širem području lokacije priključka bilo potrebno obaviti geodetska snimanja, kao što i nalaže projektni zadatak. Snimanjem je obuhvaćeno područje površine oko 2,5 ha, te je prilagođeno mjerilu M 1:200. Prikaz snimljenog područja na obuhvatu priključka na magistralnu cestu dan je na slici 16. Posebno je snimljena i postojeća magistralna cesta u



Slika 16. Snimljena situacija priključka na magistralnu cestu u mjestu Privala.

rasponu od 1000 m (po 500 m na obje strane od lokacije priključka pristupne ceste na magistralnu cestu).

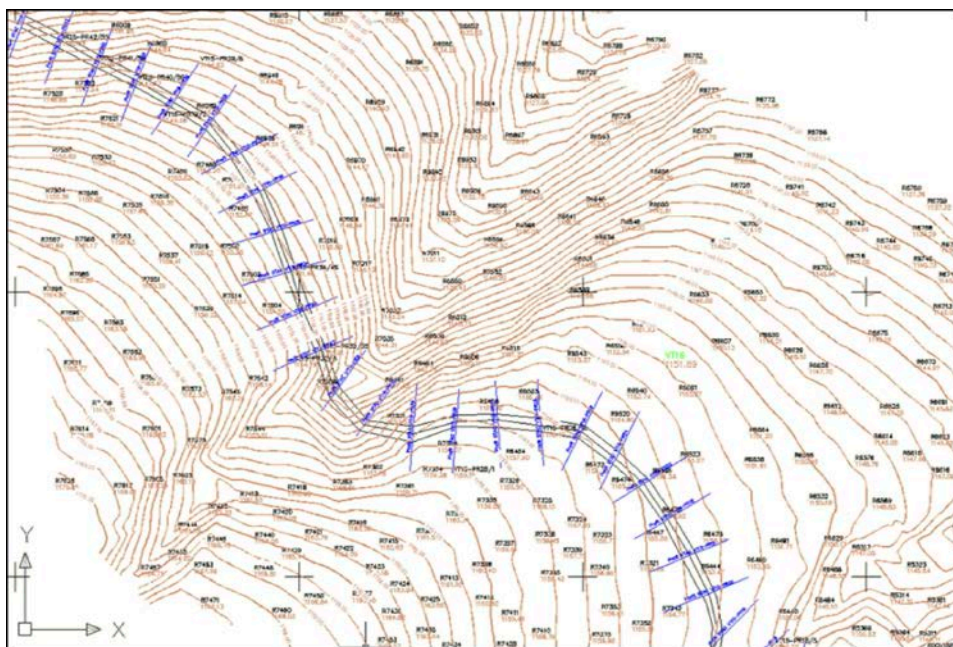
### Prostor obuhvata VE Mesihovina M 1:1000

Cjelokupna snimanja i iscrtane situacije na prostoru obuhvata VE Mesihovina (lokacije vjetroturbina, lokacija trafostanice Gornji Brišnik, pristupne ceste, priključak na magistralnu cestu) dana su i u mjerilu M 1:1000, kao što je i traženo u projektnom zadatku. Na slici 17 prikazan je dio snimljene trase i lokacije vjetroturbine VT16 izvorno sniman i iscrtan u mjerilu M 1:1000. Isto je tako napravljen uzdužni profil trase pristupnih i opskrbnih cesta u mjerilu M 5000/500.

Vlastitim radom stručnog osoblja EPHZHB završen je Program geodetskih radova za VE Mesihovina u razdoblju prosinac 2010 – rujan 2011. Terenski je snimljeno više od 45 000 točaka s centimetarskom točnošću do M 1:100.

Prikazi količina izvedenih geodetskih radova obuhvaćenih Programom geodetskih radova za VE Mesihovina dani su u tablici 2 (Marinčić i dr. 2013).

Geodetski elaborat – „0“ stanje sastavnim je dijelom knjige Glavnog projekta za VE Mesihovina, dok je Geodetski elaborat za izvlaštenje zemljišta i izvođenje građevinskih radova za VE Mesihovina temeljni dokument korišten u postupku izvlaštenja zemljišta i predstavlja osnovu za izvođenje građevinskih radova. Za potrebe izrade tog elaborata, prilozi Geodetskog elaborata dijelom su prilagođeni i priloženi uz ovaj dokument.



Slika 17. Dio snimljene trase i lokacije vjetroturbine VT16.

U nastavku su navedeni prilozi Geodetskog elaborata – „0“ stanje:

1. Pregledna karta obuhvata VE Mesihovina, M 1:25 000
2. Kartografski prikaz smještaja vjetroturbina, pristupnih i opskrbnih cesta i elektrovodova, M 1:5000
3. Situacije lokacija vjetroturbina VT 1 – VT 22, M 1:100
4. Poprečni profili na lokacijama vjetroturbina VT 1 – VT 22, M 1:100/100 (2 po lokaciji vjetroturbine: Pr SJ – Pr IZ)
5. Situacija lokacije TS 20/110 kV Gornji Brišnik, M 1:100
6. Situacija trase pristupnih i opskrbnih cesta, M 1:500
7. Poprečni profili duž trase pristupnih i opskrbnih cesta (956 profila), M 1:100/100
8. Situacija priključka na magistralnu cestu M 6.1, M 1:200
9. Situacija obuhvata VE Mesihovina (VT 1 – VT 22, TS20/110 kV Gornji Brišnik, pristupne i opskrbe ceste), M 1:1000
10. Uzdužni profil trase pristupnih i opskrbnih cesta VE Mesihovina, M 5000/500
11. Popis koordinata točaka postojeće geodetske osnove
12. Popis koordinata točaka novouspostavljene geodetske osnove
13. Popis koordinata detaljnih točaka snimanja



Tablica 2. *Prikazi količina izvedenih geodetskih radova obuhvaćenih Programom geodetskih radova za VE Mesihovina (Marinčić i dr. 2013).*

| Red. broj | Naziv stavke   | Mjerilo | Jedinica mjere | Količina |
|-----------|--|---------|----------------|----------|
| <b>1</b>  | <b>Pripremni radovi</b>  |         |                |          |
| 1,1       | Fiksiranje geodetske osnove (uspostava GPS, trigonometrijske, poligonske i nivelmanske mreže i stabilizacija)  |         | pauš.          | 1        |
| <b>2</b>  | <b>Vjetroturbine</b>   |         |                |          |
| 2,1       | Snimiti situacije lokacija vjetroturbina M 1:100. Obraditi podatke mjerenja i iscrtati situaciju u CAD okruženju   | 100     | ha             | 22       |
| 2,2       | Snimiti poprečne profile na lokacijama vjetroturbina M 1:100 dužine oko 100 m (2 po lokaciji vjetroturbine). Obraditi podatke mjerenja i iscrtati situaciju u CAD okruženju  | 100/100 | kom.           | 44       |
| <b>3</b>  | <b>TS 20/110 kV Gornji Brišnik</b>   |         |                |          |
| 3,1       | Snimiti situaciju lokacije trafostanice M 1:100. Obraditi podatke mjerenja i iscrtati situaciju u CAD okruženju  | 100     | ha             | 3,5      |
| <b>4</b>  | <b>Pristupne ceste</b>   |         |                |          |
| 4,1       | Snimiti situaciju trase pristupnih cesta M 1:500. Ukupna dužina trasa snimanja iznosi oko 24,5 km. Obraditi podatke mjerenja i iscrtati situaciju u CAD okruženju  | 500     | ha             | 72,52    |
| 4,2       | Snimiti poprečne profile duž trase pristupnih cesta M 1:100 na svakih 25 m širine 30 m ( $\pm 15$ m od osi ceste). Ukupna dužina trasa snimanja iznosi 24,175 km. Obraditi podatke mjerenja i iscrtati situaciju u CAD okruženju | 100/100 | kom.           | 1064     |
| 4,3       | Snimiti situaciju priključka na magistralnu cestu M 1:200. Obraditi podatke mjerenja i iscrtati situaciju u CAD okruženju  | 200     | ha             | 2        |
| <b>5</b>  | <b>Prostor obuhvata VE Mesihovina</b>  |         |                |          |
| 5,1       | Izraditi situaciju M 1:1000 obuhvata VE Mesihovina (VT, TS, pristupne ceste)   | 1000    | pauš.          | 1        |
| <b>6</b>  | <b>Geodetski elaborat</b>  |         |                |          |
| 6,1       | Geodetski elaborat – „0“ stanje  |         | pauš.          | 1        |
| 6,2       | Geodetski elaborat za izvlaštenje zemljišta i izvođenje građevinskih radova za VE Mesihovina   |         |                |          |

14. Transformacijski parametri VE Mesihovina

15. Tablični prikaz: VE Mesihovina – Popis katastarskih čestica za vjetroturbine i TS 20/110 (posjedovni i vlasnički odnosi) s udjelima pojedinih kultura i klasa u pojasu izvlaštenja (s pečatom OJ Proizvodnja el. en.)

16. Tablični prikazi: VE Mesihovina – Popis katastarskih čestica za pristupne i opskrbne ceste i elektrovodove ceste (posjedovni i vlasnički odnosi) s udjelima pojedinih kultura i klasa u pojasu izvlaštenja

17. Fotodokumentacija.

Slijede prilozi Geodetskog elaborata za izvlaštenje zemljišta i izvođenje građevinskih radova za VE Mesihovina:

- Pregledna karta M 1:25 000
- Skica parcelacije pristupnih i opskrbnih cesta VE Mesihovina za Katastar M 1:5000
- Skica parcelacije pristupnih i opskrbnih cesta VE Mesihovina za Zemljišnu knjigu M 1:5000
- Prijavni list za Katastar (obrazac “B”)
- Prijavni list za Zemljišnu knjigu (obrazac “A”)
- Posjedovni listovi za prostor obuhvata VE Mesihovina
- Zemljišno-knjižni izvadci za prostor obuhvata VE Mesihovina
- Popis katastarskih čestica za izvlaštenje (podaci iz posjedovnih listova i zemljišnoknjižnih izvadaka te udjeli površina za izvlaštenje)
- Rekapitulacija površina za izvlaštenje (udio po kulturama i klasama).

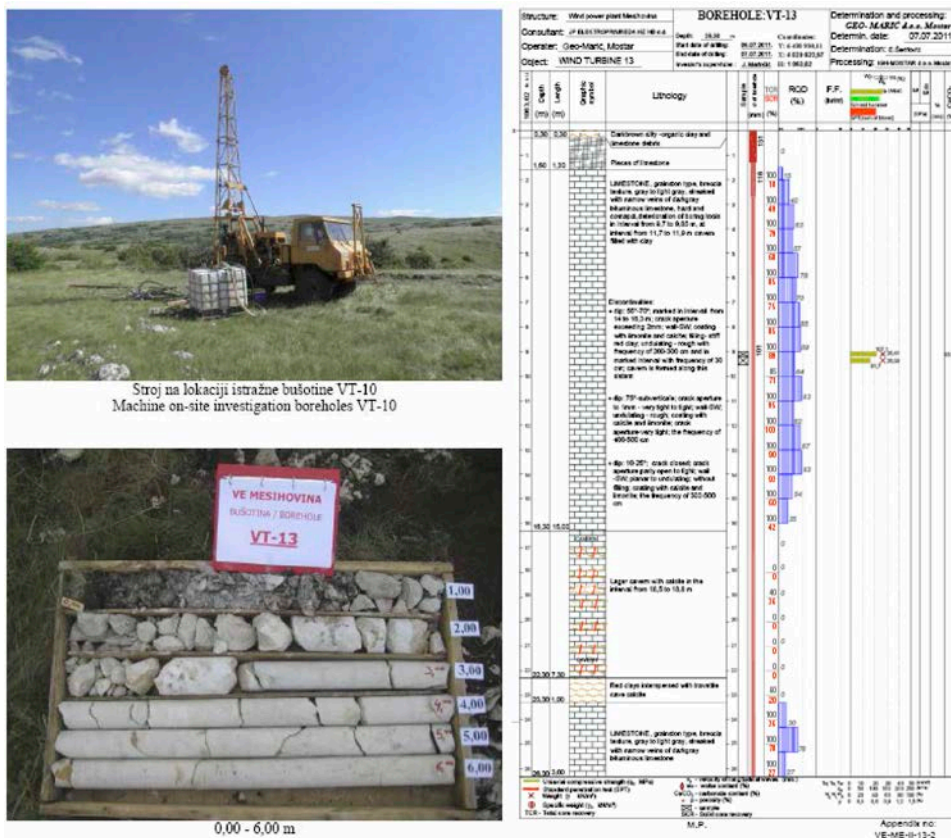
### 5.3.2. Geotehnička i geofizička istraživanja za VE Mesihovina

Geotehnička i geofizička istraživanja za VE Mesihovina u razdoblju lipanj – rujan 2011. izveo je Konzorcij u sastavu: Geo-Marić d.o.o. Mostar (voditelj Konzorcija), Institut IGH d.d. Zagreb, IGH-Mostar d.o.o. i Vran-Dukić d.o.o. Tomislavgrad. Program su tijekom izvođenja pratili projektanti geotehničkog projekta i nadzorni inženjeri EPHZHB. Ukupno je izvedeno 59 geotehničkih istražnih bušotina s ukupno 672 m bušenja. Izvedeno je 97 raskopa i građevinskim strojevima trasirano 23,5 km trase pristupnih cesta širine 3 m. Snimljena su 23 profila MASW metodom, 23 profila primjenom geoelektrične tomografije (IGT 72 m i 120 m) te po 1 profil primjenom seizmičkog testiranja Downhole i refrakcijske seizmike (IRF 55 m). Obavljeno je laboratorijsko ispitivanje fizičko-mehaničkih svojstava stijene (40 uzoraka) i tla (10 uzoraka) (Geo-Marić i dr. 2012). Temeljem provedenih geotehničkih istražnih radova izrađena je i revidirana dokumentacija geotehničkih istražnih radova Misije G21 za Glavni projekt VE Mesihovina (listopad–prosinac 2011.) s pripadajućim revizijskim izvješćem što ga je izradio Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru (travanj 2012.). Detalji provedbe geotehničkih i geofizičkih istražnih radova prikazani su na slikama 17 do 20b.



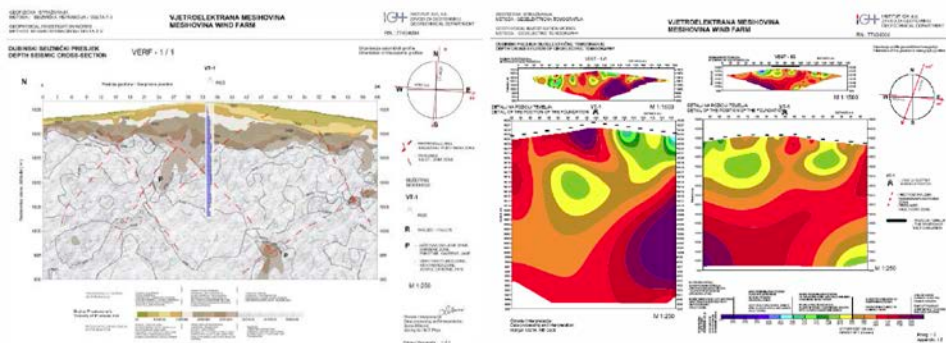
Slika 18. Građevinsko trasiranje pristupnih putova.

Širi prostor VE Mesihovina izgrađen je od gornjokrednih dobro uslojenih vapnenača s hondodontama. Temeljenje vjetroturbinu izvest će se uglavnom u srednje trošnoj stijeni podloge (vapnenci), GSI=40–60. Prirodne nestabilnosti nisu registrirane. Površinskih vodnih pojava nema (Geo-Marić i dr. 2011b). Područje istraživanja geofizičkim metodama može se ocijeniti kao područje kompleksne tektonike, karakterizirano učestalim rasjedanjem i pojavom kraških fenomena. Vjetroturbinu su locirane uglavnom između rasjednih zona i vrtača; na tom dijelu nije bilo jake tektonske djelatnosti, pa su karbonatne naslage na poziciji preporučene veličine istražnog područja temelja (25 m x 25 m) uglavnom slabo razlomljene do kompaktne (Geo-Marić i dr. 2011a).



Slika 19. a) Istražno bušenje i izrada istražnih raskopa; b) istražni profil.

Šire područje oko lokacija vjetroturbinu seizmotektonski je aktivno. Koncentracije potresa upućuju na stalno prisutnu tektonsku aktivnost. U krugu do 10 km od lokacije „Mesihovina“ registrirano je 112 potresa od početka 20. st., od čega su tri potresa bila magnitude  $M \geq 4.0$ . Izraženija je seizmičnost južno od lokacije, na području Raškog polja, od Bukove Gore do Mesihovine. Najjači lokalni potres ma-



Slika 20. a) Seizmička refrakcija; b) geoelektrična tomografija.

gnitude  $M = 4.6$  dogodio se 13. siječnja 1977. blizu Mesihovine, intenziteta u epicentru  $I_{max} = VI^{\circ}$  MCS (Geo-Marić i dr. 2011c).

#### 5.4. Aktivnosti u tijeku

U tijeku su sljedeće aktivnosti:

- U tijeku je provedba natječajne procedure za Lot 1a i 1b (iz kreditnih sredstava banke KfW) i Lot 2 (iz vlastitih sredstava EPHZHB).
- U tijeku je izrada Glavnog projekta za Lot 1, a završena je izrada i primopredaja Glavnog projekta za Lot 2 u razdoblju kolovoz–listopad 2012.
- U tijeku je procedura prijave projekta VE Mesihovina za prihvaćanje CDM statusa projekta kao dio procedure za razmatranje i odobrenje CDM projekata. Ovlašteno tijelo za provođenje projekata mehanizma čistog razvoja u BiH donijelo je pismeno odobrenje za projekt VE Mesihovina, sljedeći korak je Validacija PDD dokumenta od međunarodne akreditirane organizacije (DOE).
- U tijeku je procedura ishodaenja uvjeta za priključenje VE Mesihovina na 110 kV Tomislavgrad – Posušje kod Elektroprijenosa BiH a.d. Banja Luka, koji je 19. 10. 2012. izdao Načelnu suglasnost za priključenje Vjetroelektrane Mesihovina s planiranom snagom priključenja od 55 MW sukladno Dopisu br. 05-17-2760/12 Federalnog ministarstva energije, rudarstva i industrije od 2. 10. 2012.
- U tijeku je procedura ishodaenja prethodne dozvole za izgradnju proizvodnog objekta VE Mesihovina kod Regulatorne komisije za električnu energiju u Federaciji Bosne i Hercegovine.
- Kod nadležne službe općine Tomislavgrad u srpnju 2012. godine pokrenut je postupak izvlaštenja. Općinska služba izradila je rješenja o izvlaštenju zemljišta u privatnom vlasništvu. U tijeku su izrade rješenja o izvlaštenju državnog zemljišta. Ukupno je planirano izvlastiti 25,1576 ha, od čega je u privatnom vlasništvu 0,5305 ha, odnosno 0,021 %. Zemljište je po kulturi pašnjak klase 3, 4, 5 i 6 površine 25,0984 ha (neobrađivo poljoprivredno zemljište) i šumsko zemljište klase 7 površine 0,0592 ha.
- U tijeku je izgradnja Poslovnog objekta s parterom u Tomislavgradu. Ugovor je potpisan u listopadu 2011. Izvođač radova je konzorcij: KROR d.o.o. Posušje (voditelj konzorcija), Dalekovod d.o.o. Mostar i I.P.N. d.o.o. Posušje. Vrijednost ugovora iznosi 1 796 190,58 KM. Završetak radova očekuje se do kraja 2013.

## 5.5. Predstojeće aktivnosti

U predstojeće aktivnosti spadaju:

- okončanje postupka rješavanja imovinsko-pravnih odnosa
- završetak izrade investicijsko-tehničke dokumentacije i ishođenje dozvola
- nakon ishođenja dozvola slijedi izgradnja vjetroelektrane koja uključuje i uređenje cestovne infrastrukture, izgradnju platoa za temelje vjetroturbina, izgradnju TS 20/110 kV Gornji Brišnik, transport vjetroturbina do lokacije VE Mesihovina, probni pogon, priključenje na EES.

## 6. Prepreke za realiziranje projekta VE Mesihovina i uopće projekata OIE

Osim problematike koja je navedena u prethodnom dijelu izvješća, postoje prepreke za realiziranje projekta VE Mesihovina izvan nadležnosti EPHZHB, od kojih su najvažnije:

- iznimno spore i komplicirane procedure ishođenja potrebnih dozvola
- ograničenja pravnog okvira:
  - neusklađenost zakonskih propisa ili čak nepostojanje zakonskih propisa
  - u BiH ne postoje zvanični dugoročni razvojni planovi prijenosa električne energije
  - ograničenja prijenosnih kapaciteta (nedovoljna izgrađenost prijenosne mreže, odobreni iznos instalirane snage vjetroelektrana ograničen na 350 MW za BiH, od čega je odobreno 230 MW u FBiH, a 120 MW u RS)
  - ne postoji definiran udio obnovljive energije u ukupnoj energiji u BiH
- nepostojanje dokumenata prostornog planiranja (prostorni planovi)
- preklapanje i sukob ovlasti različitih razina vlasti – općine, županija, entitet, država.

## 7. Zaključak

Uspješna realizacija projekta VE Mesihovina u znatnoj će mjeri ovisiti o potpori Projektu unutar Društva, Društva spram okruženja i okruženja spram Društva i Projekta. U tom smislu potrebna je potpuna potpora nadležnih institucija, osobito u procesu ishođenja dozvola i rješavanja imovinsko-pravnih odnosa.

Realizacijom projekta VE Mesihovina, osim izgradnje novih proizvodnih kapaciteta u proizvodnom sustavu EPHZHB, poboljšat će se i uvjeti za razvoj poduzetništva i industrije, osigurati nova radna mjesta i poslovi za mnoge tvrtke na izvođenju radova, isporuci i ugradnji opreme. Poboljšat će se i prometna infrastruktura, uz niz drugih prednosti za društvenu zajednicu, posebice lokalnu.

## Literatura

- Anemos-Jacob (2008): Expert opinion on long term mean wind resource and the expected mean energy production of wind turbine at the site Mesihovina (Bosnia and Herzegovina), Anemos-Jacob GmbH, Njemačka.
- EnergControl (2010): Glavni projekt TS 20/110 kV Gornji Brišnik za VE Mesihovina, EnergControl d.o.o., Zagreb.

- Fichtner & Co. KG (2011a): Geotechnical and Geophysical Investigation Program, Fichtner GmbH & Co. KG, Stuttgart, Njemačka.
- Fichtner & Co. KG (2011b): Project Manual, Fichtner GmbH & Co. KG, Stuttgart, Njemačka.
- Geo-Marić, Institut IGH, IGH-Mostar, Vran-Dukić (2011a): Geofizički elaborat za Glavni projekt, Geo-Marić d.o.o., Mostar, Institut IGH d.d., Zagreb, IGH-Mostar d.o.o., Vran-Dukić d.o.o., Tomislavgrad.
- Geo-Marić, Institut IGH, IGH-Mostar, Vran-Dukić (2011b): Geotehnički elaborat za Glavni projekt, Geo-Marić d.o.o., Mostar, Institut IGH d.d., Zagreb, IGH-Mostar d.o.o., Vran-Dukić d.o.o., Tomislavgrad.
- Geo-Marić, Institut IGH, IGH-Mostar, Vran-Dukić (2011c): Seizmotektonska studija VE Mesihovina, Geo-Marić d.o.o., Mostar, Institut IGH d.d., Zagreb, IGH-Mostar d.o.o., Vran-Dukić d.o.o., Tomislavgrad.
- Geo-Marić, Institut IGH, IGH-Mostar, Vran-Dukić (2012): Geotehnički projekt (Misija G21) za Glavni projekt s revizijskim izvješćem, Geo-Marić d.o.o., Mostar, Institut IGH d.d., Zagreb, IGH-Mostar d.o.o., Vran-Dukić d.o.o., Tomislavgrad, Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, Mostar.
- Marinčić, D., Marinčić, B., Rezo, A., Bevanda, S. (2011): Geodetski elaborat za Glavni projekt VE Mesihovina, JP "Elektroprivreda hrvatske zajednice Herceg-Bosne" d.d., Mostar.
- Marinčić, D., Marinčić, B., Rezo, A., Bevanda, S. (2013): Geodetski elaborat za izvlaštenje zemljišta i izvođenje građevinskih radova za VE Mesihovina, JP "Elektroprivreda hrvatske zajednice Herceg-Bosne" d.d., Mostar.
- NIPSA (2006): Analysis for the use of Wind Power for Electricity Generation in Bosnia and Herzegovina, studija, NIPSA, Madrid, Španjolska.

## Wind Farm Mesihovina – Vision of the Energy Future of Bosnia and Herzegovina

*ABSTRACT. Having in mind the demand for energy and power in the long-term period, and responsibility for its existence, growth and development, as well as meeting the needs of its customers, JP "Elektroprivreda hrvatske zajednice Herceg Bosne" d.d. (EPHZHB) Mostar has been working for more than a decade on pre-construction of power facilities based on utilization of renewable energy sources (RES – particularly wind energy and water resources), fossil fuels and possible gasification of the area under the responsibility of EPHZHB. At a time when uncertainty is certain, it is important to concentrate on today for better tomorrow projects with the support of the local community, BiH authorities and particularly of international institutions. In this respect, the Mesihovina Wind Farm Project has a special position. The paper deals with the basic characteristics of the Mesihovina Wind Farm Project, wind potential analyses, the project implementation progress and schedule with an emphasis on documents preparation and obtaining permits as well as on obstacles during the project implementation with the proposal of measures for putting renewable energy sources projects at a higher level.*

*Keywords: renewable energy sources, wind farm, wind potential, geo-investigations, GPS.*

*Primljeno: 2013-11-13*

*Prihvaćeno: 2013-12-10*