



Filip Mužinić, dipl.ing.
KONČAR – Inženjering za energetiku i transport (Končar-KET)

4 – D3

Diskusija na temu: Mjerenje i analiza kvalitete električne energije na otoku Pagu prije i nakon priključka male vjetroelektrane Ravna1

PROJEKT IZGRADNJE VJETROELEKTRANE POMETENO BRDO

1. UVOD

Tvrtka Končar je razvila vjetroatregat na osnovi dugogodišnjeg iskustva na području razvoja elektroenergetskih postrojenja u zemlji i u svijetu i tehničke-ekonomske analize postojećih rješenja vjetroatregata. Pedesetogodišnje iskustvo u proizvodnji izmjeničnih generatora (asinkronih i sinkronih), transformatora, visokonaponskih i visokonaponskih prekidača i sklopova, kao i dugogodišnje iskustvo na području energetske elektronike i sustava upravljanja omogućilo je razvoj ovog vjetroatregata.

POJMOVNIK:

Vjetroatregat – windturbine (eng.), windkraftanlage (njem.)

Vjetroelektrana – windfarm (eng.), windpark (eng., njem.)

Vjetroturbina – rotor (eng., njem.)

2. OPIS UREĐAJA

Vjetroatregat tipa KO-VA 57/1, snage 1000 kW, temelji se na konusnom čeličnom tornju visine 46 – 70 m, na kojeg se montira glavni nosač preko okretnice gondole. Glavni nosač je oslonac kompletnog sklopa koji se nalazi na vrhu tornja i zbog toga je pažljivo dimenzioniran i odabran. Sve komponente u gondoli linijski su postavljene u odnosu na glavnu os vjetroatregata. Proizvodnja svih komponenata bit će u skladu sa ISO 9001, a završna kontrola kvalitete i odgovarajući izvještaj prate svaku proizvedeni vjetroatregat. Razvijeni vjetroatregat zadovoljava međunarodne standarde (IEC, ISO i dr.) i preporuke, koji se odnose na vjetroatregate.

Vjetroatregat se uključuje na mrežu kada brzina vjetra u 10 minutnom prosjeku prijeđe 2,5 m/s. Tada se pomoću elektromotora sa multiplikatorom zakreće kompletno gondola u smjeru vjetra, a pomoću elektromotora automatski se postavlja odgovarajući kut tetive lopatice u odnosu na ravninu vrtnje (pitch). Disk kočnica oslobađa rotor sinkronog generatora i pomoću sustava upravljanja pokreće se generator, koji proizvodi promjenljivi napon i frekvenciju. Takav promjenljivi napon i različite frekvencije se ispravlja a zatim preko frekvencijskog pretvarača prilagođavaju naponu i frekvenciji mreže. Pri većim brzinama od dopuštene radne brzine (30 m/s) sustav upravljanja vjetroelektrane odvaja generator od mreže, lopatice se pomoću pitcha postavljaju u položaj gdje pružaju najmanji otpor vjetru ("na nož") i po potrebi disk kočnicama zakoči vjetroturbinu.

Vjetroturbina se sastoji od trokrake glavčine koja se nalazi na dva valjkasta ležaja čiji vanjski prsteni rotiraju. Na svaki krak glavčine pomoću priрубnice se dodaje okretnica lopatice pa zatim adapter lopatice. Glavčina i adapter lopatice su od zavarenog čelika. Na adapteru je pričvršćen elektromotor s multiplikatorom koji zakreće lopaticu. Na drugi kraj adaptera lopatica pričvršćuje se pomoću vijaka lopatica. Na glavčini je pričvršćen upravljački ormar za pokretne dijelove vjetroatregata i baterije za rezervno napajanje za pogon pitcha. Lopatica se mogu regulirano zakretati do 30° pomoću sustava za zakretanje

(pitcha) tako da se može kontrolirati ulazna (izlazna) snaga, a u slučaju većih brzina vjetra (olujnih) okreće lopatice "na nož". Kroz lopatice je povučen gromobranski bakreni uložak do vrhova krila.

Vanjski dio (oplati gondole) je izrađen od staklo - plastike u sendvič izvedbi s duplom stjenkom. Oplata štiti pouzdano unutrašnje komponente od atmosferskih utjecaja (kiša, vlaga, prašina, UV- zračenje i slično) te pomoću kvalitetnog sustava brtvi i umanjuje buku koju čine komponente u unutrašnjosti gondole. Na zadnjem dijelu oplata nalazi se ventilator koji omogućuje kvalitetno hlađenje unutrašnjosti gondole. Na vrhu vanjskog dijela oplata nalazi se nosač anemometra i senzora koji su potrebni za praćenje smjera i brzine vjetra, a u blizini nalazi se povišeno i gromobran.

U unutrašnjosti nepokretnog dijela gondole nalazi glavni upravljački ormar pričvršćen na pod koji je odvojen od poda pomoću gumenih amortizera i pričvršćena je dizalica.

Generator je sinkroni sa 60 polova. Stator generatora je pričvršćen na nosač statora generatora, a izrađen je od visokokvalitetnog dinamo lima, a namot od kvalitetne bakrenih vodiča toplinske H klase kvalitetno impregniran. Polovi rotora su montirani na polni kotač koji je prirubno spojen na glavčinu vjetroturbine. Kroz polni kotač generatora moguć je prilaz prednjem dijelu vjetroturbine (spineru).

Pretvorba električne energije, koju proizvede generator čiji je napon i frekvencija variraju u vrlo širokom opsegu, u električnu energiju konstantnog napona i frekvencije 50Hz, pogodnu za prijenos u mrežu i potrošače vrši se preko AC/DC/AC frekvencijskog pretvarača. Frekvencijski pretvarač se sastoji od ulaznog dijela i izlaznog dijela u back-to-back konfiguraciji. Frekvencijski pretvarač je realiziran IGBT sklopovima. U međukrugu je kondenzator. Osim toga u međukrugu je chopper sa otpornikom za odvođenje energije ako napon u međukrugu postane previsok, t.j. ako se vjetroatregat koči bez mreže. Oba dijela pretvarača imaju zasebni upravljački uređaj. Svaki od njih prihvaća digitalnu dvosmjernu serijsku komunikaciju iz upravljačkog uređaja. Komunikacija omogućuje prijenos signala naloga i referenci iz upravljačkog uređaja vjetroatregata i slanje mjernih veličina i alarma iz upravljačkog uređaja frekvencijskog pretvarača.

3. VJETROELEKTRANA "POMETENO BRDO"

U srpnju 2004. postavljen je mjerni stup na lokaciji Pometeno Brdo u okolici Splita. Mjerenje je dalo zadovoljavajuće rezultate na temelju kojih se krajem 2005. u okviru sustava Končar pristupilo izgradnji vjetroelektrane Pometeno Brdo koja će se sastojati od 16 vjetroatregata KO-VA 57/1. Ova snaga elektrane (broj vjetroatregata) određena je na temelju mjerenja vjetropotencijala). Sam projekt zamišljen je u dvije faze. Do kraja 2005. će se postaviti prvi vjetroatregat (prototip), a tijekom 2006. ostalih 15. Treba napomenuti da će konačan broj jedinica biti definiran Studijom utjecaja na okoliš, Lokacijskom dozvolom, Prethodnom energetsom suglasnošću i drugim pravnim dokumentima.

Napravljena je preliminarna analiza mogućnosti priključka planirane VE na elektroenergetsku mrežu HEP-a koja je dala slijedeće rezultate.

Postojeći elektroenergetski objekti u okolici planirane vjetroelektrane su:

- TS 400/220/110/10 kV Konjsko
- DV 110 kV Konjsko - Kaštela ½, DV 110(220) kV Konjsko - Vrboran ½, DV 110 kV Konjsko - HE Đale
- TS 35/10 kV Muć inst. snage 2x4 MVA
- Priključni DV 35 kV Muć - Sinj (Alučel 120 mm², 10km, prijenosna moć 20MVA) na TS 110/35 kV Sinj
- TS 35/10 kV Klis inst. snage 2x4 MVA (nakon rekonstrukcije TS 35/10(20) kV 2x8 MVA)
- priključni KB 35 kV Klis - Meterize (XHP 48 A, 185 mm², 8 km, prijenosna moć 22 MVA) na TS 110/35 kV Meterize
- DV 10 kV Prugovo iz TS 35/10 kV Klis (prolazi istočno od lokacije VE PB), presjeka Alučel 50(35) mm²
- DV/KB 10 kV Konjsko iz TS 35/10 kV Klis (prolazi južno od lokacije VE PB), tipa Alučel 95 mm², na zračnim dionicama, odnosno XHE 49 A 3x(1x150) mm² na kabelskim dionicama (uz AC)

Moguće varijante priključka VE PB na elektroenergetsku mrežu HEP-a su:

1. Priključak na naponsku razinu 110 kV
Priključak VE PB na elektroenergetsku mrežu naponske razine 110 kV realno je moguće ostvariti isključivo direktnim priključkom na TS 400/220/110/10 kV Konjsko. Alternativa s priključkom na jedan od DV vezanih na TS Konjsko je tehničko i ekonomski lošija, kako za investitora, tako i za HEP. Priključak je moguće izvesti priključnim kabelom 20 kV, duljine cca. 1,5 km, od VE do TS Konjsko.

2. Priključak na naponsku razinu 35 kV

Priključak VE PB na elektroenergetsku mrežu naponske razine 35 kV moguće je izvesti na dvije obližnje TS 35/10 kV (TS 35/10 kV Muć i TS 35/10 kV Klis). U oba slučaja, priključak se izvodi 35 kV vodom, duljine cca. 9 km (Muć), odnosno cca. 7 km (Klis).

Konfiguracija elektroenergetske mreže u slučaju 35kV priključka omogućuje nesmetanu evakuaciju maksimalne snage (15 MW, $\cos\phi=1$), ali postoje potencijalni problemi koji se mogu pojaviti s povišenjem napona u mreži 35kV (a posljedično i u okolnoj mreži 10 kV koju napaja TS Muć, odnosno TS Klis), primarno u razdobljima s minimalnim opterećenjem mreže i maksimalnom snagom VE PB.

Zadovoljavajuće naponske prilike je moguće dobiti u varijanti da sinkroni generatori VE PB rade u naduzbuđenom režimu regulacije napona (uzimaju jalovu snagu iz mreže u cilju održavanja referentnog napona, umjesto da održavaju jedinični faktor snage).

3. Priključak na naponsku razinu 10 kV

U okolišu lokacije postoje tri izvoda 10 kV koji napajaju okolnu distribucijsku mrežu: 2 iz TS Klis i 1 iz TS Muć. S obzirom na prijenosnu moć DV/KB 10 kV okolne distribucijske mreže, nije moguća evakuacija više od 10 MW (i ova snaga je upitna).

4. ZAKLJUČAK

Trenutno se očekuje donošenje mrežnih pravila i podzakonskih akata koji će, između ostalog, regulirati situaciju sa vjetroelektranama u RH. Prema postojećem prijedlogu mrežnih pravila, elektrane snage do 10 MW se priključuju na distribucijsku mrežu, a one snage iznad 10 MW na prijenosnu mrežu. VE PB bi se prema tome priključivala na prijenosnu mrežu (TS Konjsko), što je opravdano i sa stanovišta mogućnosti prihvata energije.

Konačna odluka će biti donesena nakon detaljne analize i usuglašavanja sa HEP – om.