



Energetski institut Hrvoje Požar
Zagreb, Hrvatska
www.eihp.hr

MREŽNA PRAVILA ZA VJETROELEKTRANE - tehnički uvjeti priključenja i vođenja pogona -

N. Dizdarević M. Majstrović D. Bajs G. Majstrović



MREŽNA PRAVILA HRVATSKOG EES-A

- Mrežna pravila uređuju pogon i način vođenja prijenosne i distribucijske mreže u elektroenergetskom sustavu
- U svrhu opskrbe svih kupaca kvalitetnom električnom energijom potrebno je urediti prava, obveze i međusobne odnose svih sudionika na tržištu električne energije
- Prijedlog Mrežnih pravila utvrđuje Operator sustava u suradnji s energetske subjektom za prijenos električne energije i energetske subjektom za distribuciju električne energije, a donosi ih ministar nadležan za energetiku nakon pribavljenog mišljenja Vijeća za regulaciju energetske djelatnosti
- **POSTOJEĆI PRIJEDLOG MREŽNIH PRAVILA NE UVAŽAVA SPECIFIČNOSTI VJETROELEKTRANA OBZIROM NA NJIHOVO PRIKLJUČENJE I VOĐENJE POGONA**



MREŽNA PRAVILA ZA VJETROELEKTRANE

■ **POSTOJEĆE STANJE**

- *MREŽNA PRAVILA DEFINIRAJU TEHNIČKE OBVEZE GENERATORA PRIKLJUČENIH NA EES*
- *POSTAVLJENA SU OBZIROM NA SINKRONE GENERATORE KAO DOMINANTNU VRSTU U SUSTAVU*
- *OSNOVNI ZAHTJEVI NAPISANI SU SA STAJALIŠTA VELIKIH TERMoeLEKTRANA I HIDROELEKTRANA*

■ **MOTIVACIJA PROMJENA**

- *NEPOSTOJANJE TUMAČENJA POGONA ASINKRONIH GENERATORA KOJI SU NAJČEŠĆI U VJETROELEKTRANAMA*
- *ZANEMARIVANJE VJETROELEKTRANA VIŠE NIJE PRIHVATLJIVO OBZIROM NA PLANOVE I ŽELJE INVESTITORA*
- *TEHNIČKE KARAKTERISTIKE VJETROELEKTRANA IMAT ĆE VELIKI UTJECAJ NA VOĐENJE POGONA SUSTAVA*
- *RJEŠAVANJE PRIKLJUČENJA NA POJEDINAČNOJ OSNOVI NIJE TRANSPARENTNO, POTENCIJALNO JE DISKRIMINATORNO I MOŽE UZROKOVATI NEKONZISTENTNOST*
- *UVOĐENJE MINIMALNIH TEHNIČKIH ZAHTJEVA ZA VJETROELEKTRANE UKLANJA PREPREKE PRIKLJUČIVANJA ASINKRONIH PROIZVODNIH POGONA I OČUVANJA SIGURNOSTI I STABILNOSTI POGONA*



MREŽNA PRAVILA ZA VJETROELEKTRANE

- **TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA DISTRIBUCIJSKI SUSTAV**
 - *'UTJECAJ VJETROELEKTRANE NA NAPONSKE I STRUJNE PRILIKE U ELEKTROENERGETSKOJ MREŽI', N. Dizdarević, M. Majstrovic, S. Žutobradić, D. Bajs, Energetski institut Hrvoje Požar, veljača 2003*

- **TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA PRIJENOSNI SUSTAV**
 - *'KRITERIJI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA KAO DISPERZIRANIH IZVORA NA PRIJENOSNU MREŽU', N. Dizdarević, M. Majstrovic, G. Majstrovic, Energetski institut Hrvoje Požar, srpanj 2004*

- **TEHNIČKI UVJETI VOĐENJA POGONA EES S VISOKOM PENETRACIJOM VJETROELEKTRANA**
 - *'VOĐENJE POGONA SUSTAVA U UVJETIMA VISOKE PENETRACIJE VJETROELEKTRANA'*



MREŽNA PRAVILA ZA VJETROELEKTRANE

■ JOŠ NEKE GRUPE KORISNIKA TRAŽE IZMJENE MREŽNIH PRAVILA KAKO BI ZADOVOLJILE VLASTITE POJEDINAČNE POTREBE

- *KOGENERACIJSKI PROIZVODNI IZVORI*
- *VRLO MALI PROIZVODNI IZVORI*
- *NUKLEARNI PROIZVODNI IZVORI*
- *NOVE VRSTE CCGT POSTROJENJA*

■ VEĆINOM SU ZAHTJEVI ZA NJIHOVIM POJEDINAČNIM TRETMANOM MOTIVIRANI SAMO POSTIZANJEM KOMPETITIVNIH PREDNOSTI I SMANJENJEM TROŠKOVA PROIZVODNJE

■ WIND GRID CODE:

ESBNG (Irska), Scottish TSOs (Škotska), NGC (Engleska i Wales), ELTRA & ELKRAFT (Danska), MEAG & E.On Netz (Njemačka), SvK (Švedska), Eesti Energia (Estonija), TenneT (Nizozemska)...



TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA DISTRIBUCIJSKI SUSTAV

- **Određivanje najveće dozvoljene snage koju vjetroelektrana smije injektirati u mrežu zadovoljavajući statičke kriterije sigurnosti pogona (termička opteretivost i naponski profil mreže)**
- **Predviđanje utjecaja sporijih fluktuacija snage obzirom na različite promjene pogonskih stanja vjetroelektrane**
- **Proračun stabilnosti kuta i napona sustava na distribucijskoj razini ili na ukupnoj razini u ovisnosti o stupnju penetracije**
- **Određivanje razine kratkog spoja i procjena kvalitete električne energije obzirom na emisiju flikera, fluktuaciju napona, harmoničku emisiju, interferenciju...**
- **Procjena mogućih interakcija između vjetroelektrane i postojećeg sustava zaštite posebice obzirom na priključenje na distribucijskoj razini**
- **Procjena potrebe za eventualnim uravnoteženjem profila napona u distribucijskoj mreži korištenjem različitih uređaja za kompenzaciju jalove snage i regulaciju napona**



TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA DISTRIBUCIJSKI SUSTAV

- Procjena gubitaka snage i energije u distribucijskoj mreži prije i nakon priključenja vjetroelektrane
- Procjena dobrobiti prijenosnog sustava (capacity credit) nakon priključenja vjetroelektrane na distribucijski sustav
- Troškovi stvoreni potrebom pojačanja distribucijske mreže nakon priključenja vjetroelektrane
- Troškovi Operatora sustava koji je odgovoran za sigurnost pogona sustava obzirom na održavanje rezervne snage za regulaciju te pomoćne usluge
- Procjena regulacijskih potreba i pomoćnih usluga u uvjetima pogona sustava s visokom penetracijom vjetroelektrana koje nisu pod centralnim nadzorom
- Sheme rasterećenja radijalnog distribucijskog kraka s priključenom vjetroelektranom
- ...



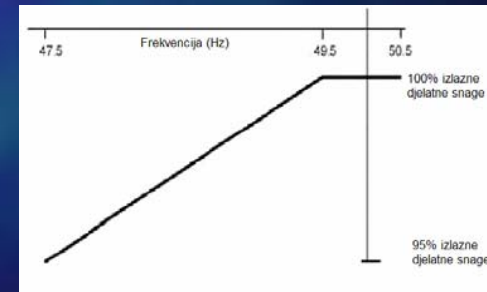
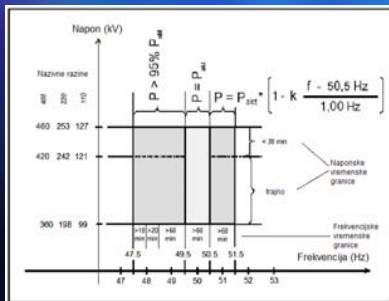
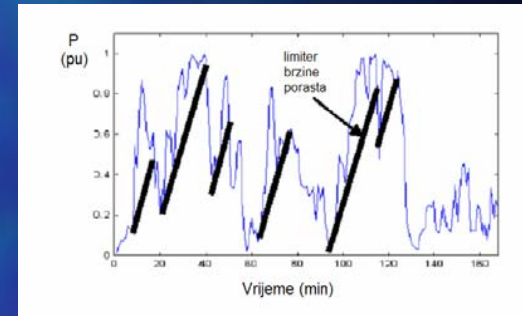
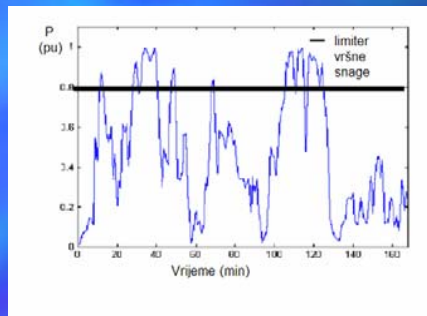
TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA PRIJENOSNI SUSTAV

- **Regulacija frekvencije**
- **Regulacija napona**
- **Vladanje u stanjima kvara**
- **Kvaliteta isporučene električne energije**
- **Signali, komunikacija, upravljanje**
- **Verifikacija i testiranje**
- **Minimalna veličina izgradnje**

TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA PRIJENOSNI SUSTAV

Regulacija frekvencije

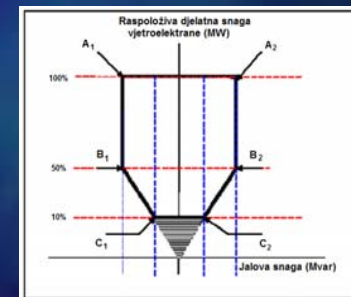
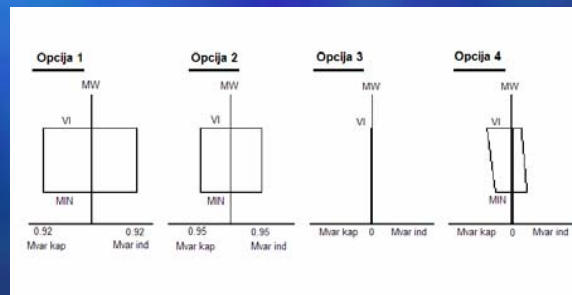
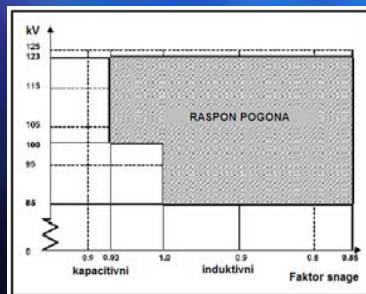
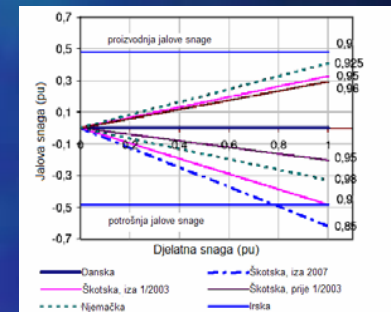
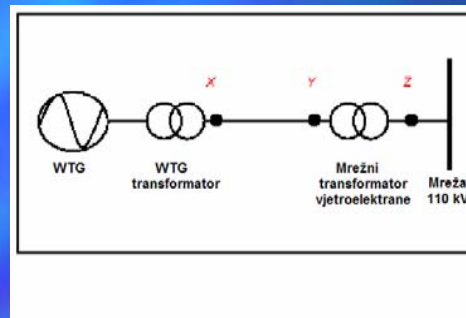
- Raspon frekvencije sustava
- Upravljanje snagom proizvodnje
- Brzine promjene opterećenja
- Pokretanje i zaustavljanje
- Pogonska rezerva



TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA PRIJENOSNI SUSTAV

Regulacija napona

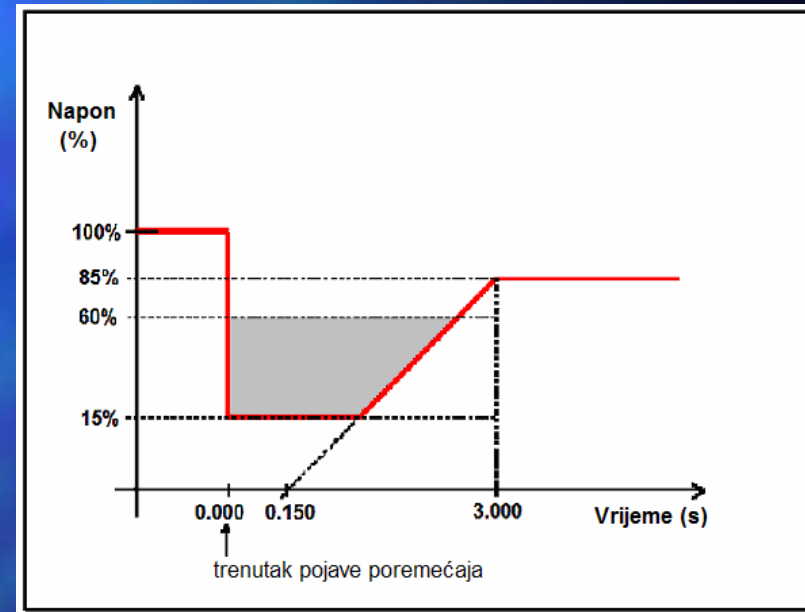
- Raspon napona i promjene
- Automatska regulacija napona
- Kompenzacija jalove snage
- Pokretanje i zaustavljanje
- Pogonska rezerva



TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA PRIJENOSNI SUSTAV

Vladanje u stanjima kvara

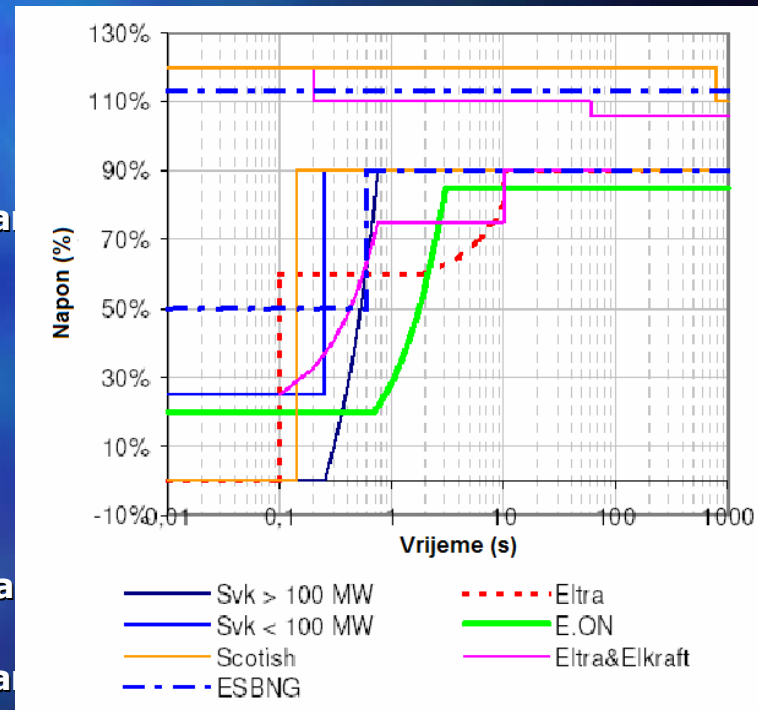
- Stabilnost kuta i napona
- Zadržavanje stabilnosti vjetroelektrane u uvjetima kvara
- Zahtjevi za očuvanjem stabilnosti vjetroelektrana
- Zahtjevi sustava zaštite vjetroelektrane
- Modeliranje vjetroelektrane



TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA PRIJENOSNI SUSTAV

Kvaliteta isporučene električne energije

- Razina kratkog spoja
- Kontinuirani pogon, sklopne operacije, pokretanje
- Emisija flikera
- Fluktuacije napona
- Harmonici
- Interferencija s telekomunikacijskim vodovima
- Interferencija s opremom za daljinsko upravljanje





TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA PRIJENOSNI SUSTAV

Signali, komunikacija, upravljanje

- **Dvosmjerna komunikacija: vjetroelektrana - operator sustava**
- **Informacijski signali u/iz vjetroelektrane (status, raspoloživost, izlazna snaga, sklopne operacije, meteorološke informacije)**
- **Specifikacija podataka za razmjenu u komunikaciji**
- **Zahtjevi operatora sustava na upravljanje vjetroelektranom (MW skraćenje, krivulja odziva snaga/frekvencija, regulacija napona, crni start)**
- **Predviđanje proizvodnje i deklariranje raspoloživosti (pružanje pomoćnih usluga, raspoloživost, pogonske karakteristike, rizik od ispada)**



TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA PRIJENOSNI SUSTAV

Verifikacija i testiranje

- **Uvjeti za prvo stavljanje vjetroelektrane pod napon**
- **Testiranje**
 - pokretanje,
 - zaustavljanje u uvjetima velike brzine vjetra,
 - vladanje u uvjetima promjene frekvencije sustava,
 - vladanje u uvjetima promjene napona sustava,
 - vladanje u uvjetima njihanja u sustavu,
 - provjera kvalitete.
- **Podnošenje izvještaja**



TEHNIČKI UVJETI PRIKLJUČENJA VJETROELEKTRANA NA PRIJENOSNI SUSTAV


**Minimalna veličina izgradnje vjetroelektrane obzirom na
zahtjeve priključenja na prijenosni sustav**

Veličina izgradnje \leq 5 MW

5 MW < Veličina izgradnje \leq 10 MW

10 MW < Veličina izgradnje \leq 20 MW

Veličina izgradnje > 20 MW



TEHNIČKI UVJETI VOĐENJA POGONA SUSTAVA U UVJETIMA VISOKE PENETRACIJE VJETROELEKTRANA

Operator sustava odgovoran za sigurnost pogona sustava

- Mnoga područja sa srednjom brzinom vjetra 6 m/s i više
- Više od 100 potencijalnih lokacija
- Ukupna procijenjena veličina izgradnje 1300 MW
- Ukupna procijenjena električna energija 3000 GWh
- Vršno opterećenje sustava 2800 MW, minimalno opterećenje 950 MW
- Ekonomski ostvarivo uključiti 900 GWh iz RES in 2010, što predstavlja 4.5% ukupne potrošnje
- Kako voditi pogon sustava uz penetraciju vjetroelektrana od 300 MW?



ZAKLJUČAK

RAZVIJENA SU TEHNIČKA RJEŠENJA ZA TEHNIČKE PROBLEME PRIKLJUČIVANJA VJETROELEKTRANA NA SUSTAV TE VOĐENJA POGONA SUSTAVA U UVJETIMA VISOKE PENETRACIJE VJETROELEKTRANA

POTREBNO JE INZISTIRATI NA STVARANJU OBVEZUJUĆEG LEGISLATIVNOG OKVIRA KOJI PROPISUJE OBVEZE I ODGOVORNOSTI SVIH SUDIONIKA

MREŽNA PRAVILA ZA VJETROELEKTRANE DIO SU TOG OKVIRA I POTREBNO IH JE ŠTO PRIJE IZRADITI KAKO BI SE UMANJILE PREPREKE SA STRANE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA



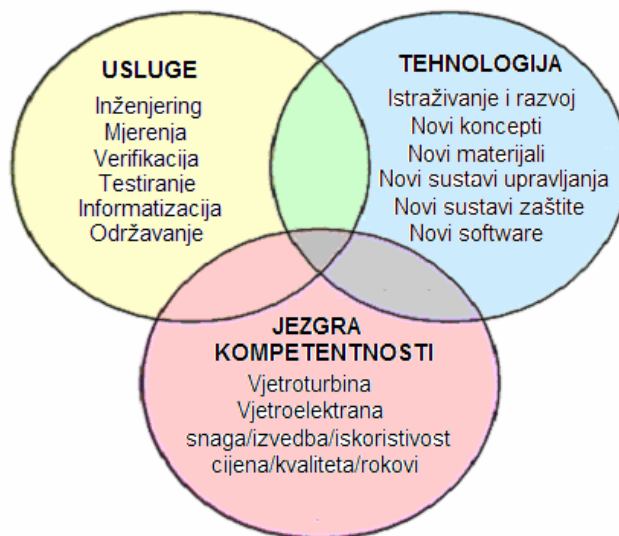
PROIZVODNJA VJETROELEKTRANA U REPUBLICI HRVATSKOJ

CILJEVI

- Proizvoditi električnu energiju iz vjetroelektrana u Hrvatskoj
- Proizvoditi vjetroelektrane u Hrvatskoj
- Istraživati i razvijati vjetroelektrane u Hrvatskoj
- Financirati radna mjesta u proizvodnji, istraživanju i razvoju u Hrvatskoj
- Ponuditi developerima kvalitetan i pristupačan domaći proizvod, tehnologiju i usluge
- Potaknuti ekološku svijest potrošača

PODRŠKA

- Strateška
- Zakonodavna
- Regulatorna
- Operatorska
- Financijska
- Znanstvena
- Stručna
- Potrošačka



PROIZVODNJA VJETROELEKTRANA U REPUBLICI HRVATSKOJ

TRŽIŠNA PRIVLAČNOST

Veličina tržišta
 Brzina rasta tržišta
 Tržišna profitabilnost
 Cjenovni trendovi
 Kompetitivni intenzitet i rivalstvo
 Ukupni rizik na povrat sredstava
 Mogućnost diferenciranja proizvoda i usluga
 Promjenjivost potražnje
 Segmentacija
 Struktura distribucije

KOMPETITIVNA MOĆ

Moć i kompetentnost
 Relativna moć branda
 Udjel na tržištu
 Rast udjela na tržištu
 Lojalnost kupca/potrošača
 Relativni troškovni položaj (struktura troškova u usporedbi s konkurentima)
 Relativna margina profita (u usporedbi s konkurentima)
 Sposobnost distribucije i kapacitet proizvodnje
 Postojanje tehnoloških i ostalih inovacija
 Pristup financijskim i ostalim investicijskim resursima

GDJE SMO?

