

MAKSIMIZACIJA PRIHVATA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U DISTRIBUCIJSKE MREŽE

Damir Jakus, Rade Čađenović,
Josip Vasilj, Petar Sarajčev



Utjecaj priključka OIE na DM

Opterećenje elemenata mreže

- priključak DI utječe na iznos i smjer tokova snaga
- potencijalno može uzrokovati preopterećenja (vodova/transf.)

Regulacija napona

- potencijalno pozitivan utjecaj na padove napona; u slučaju velikog udjela potencijalno problemi s previsokim naponima
- utjecaj na rad regulacijskih transformatora – češće promjene omjera

Utjecaj na iznose struja KS

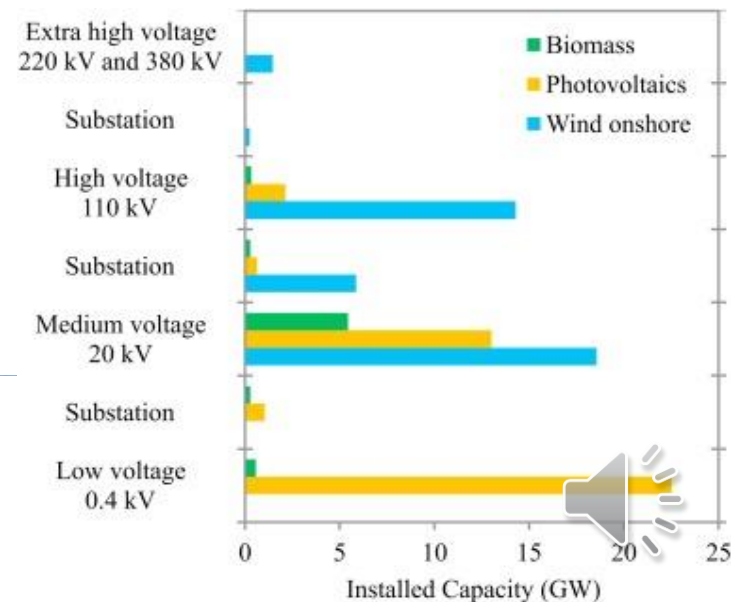
- Ovisno o tipu tehnologije i načinu priključka na mrežu, priključak DI može doprinijeti povećanju iznosa struja KS; zamjena postojeće opreme

Kvaliteta električne energije

- Utjecaj na kvalitetu električne energije: brze promjene napona, emisija viših harmonika, flikeri, ...

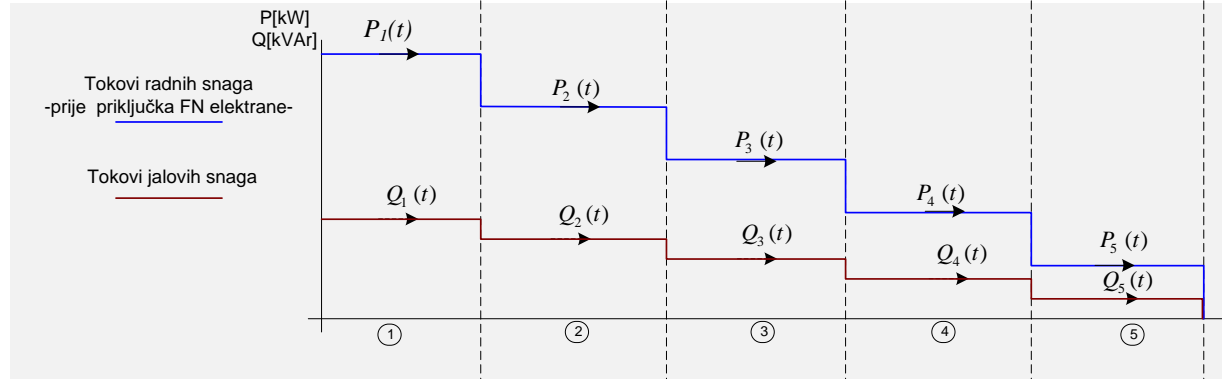
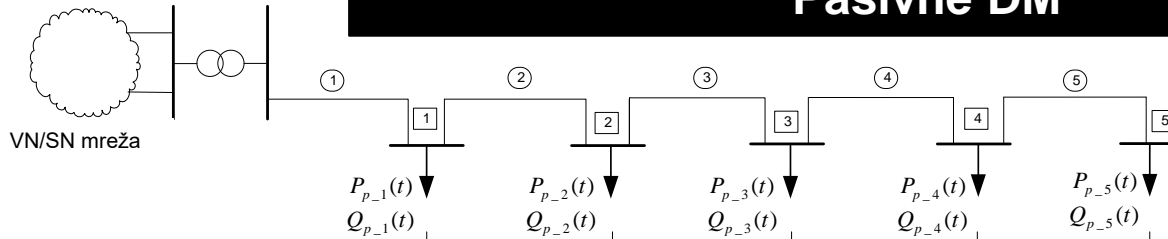
Ostali tehnički utjecaji

Udio OIE po naponskim nivoima – Njemačka 2015.g.

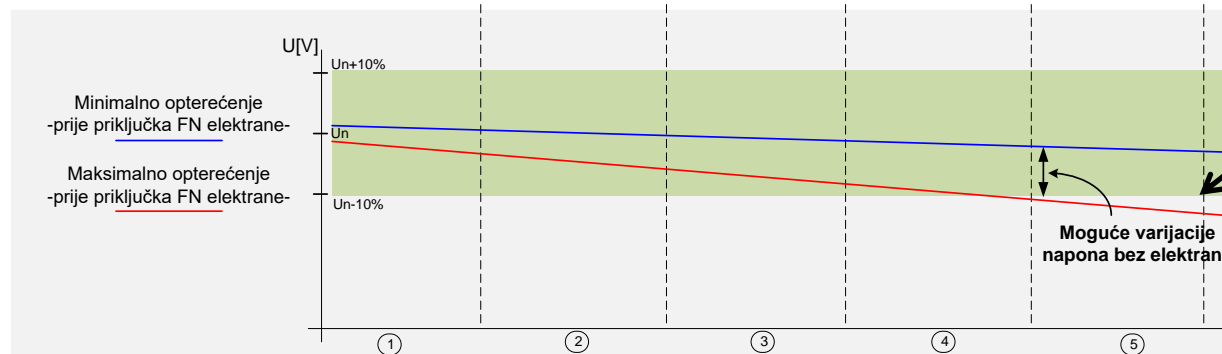


110(35) kV

Pasivne DM



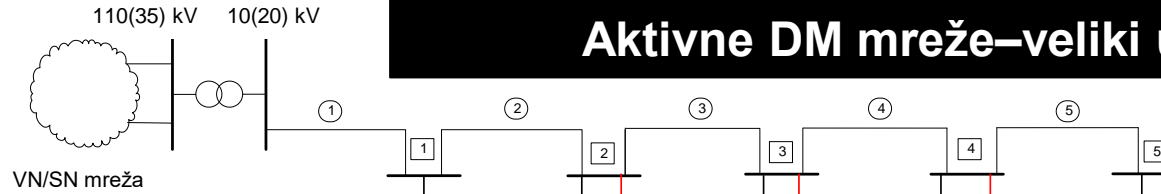
Iskorišten kapacitet mreže



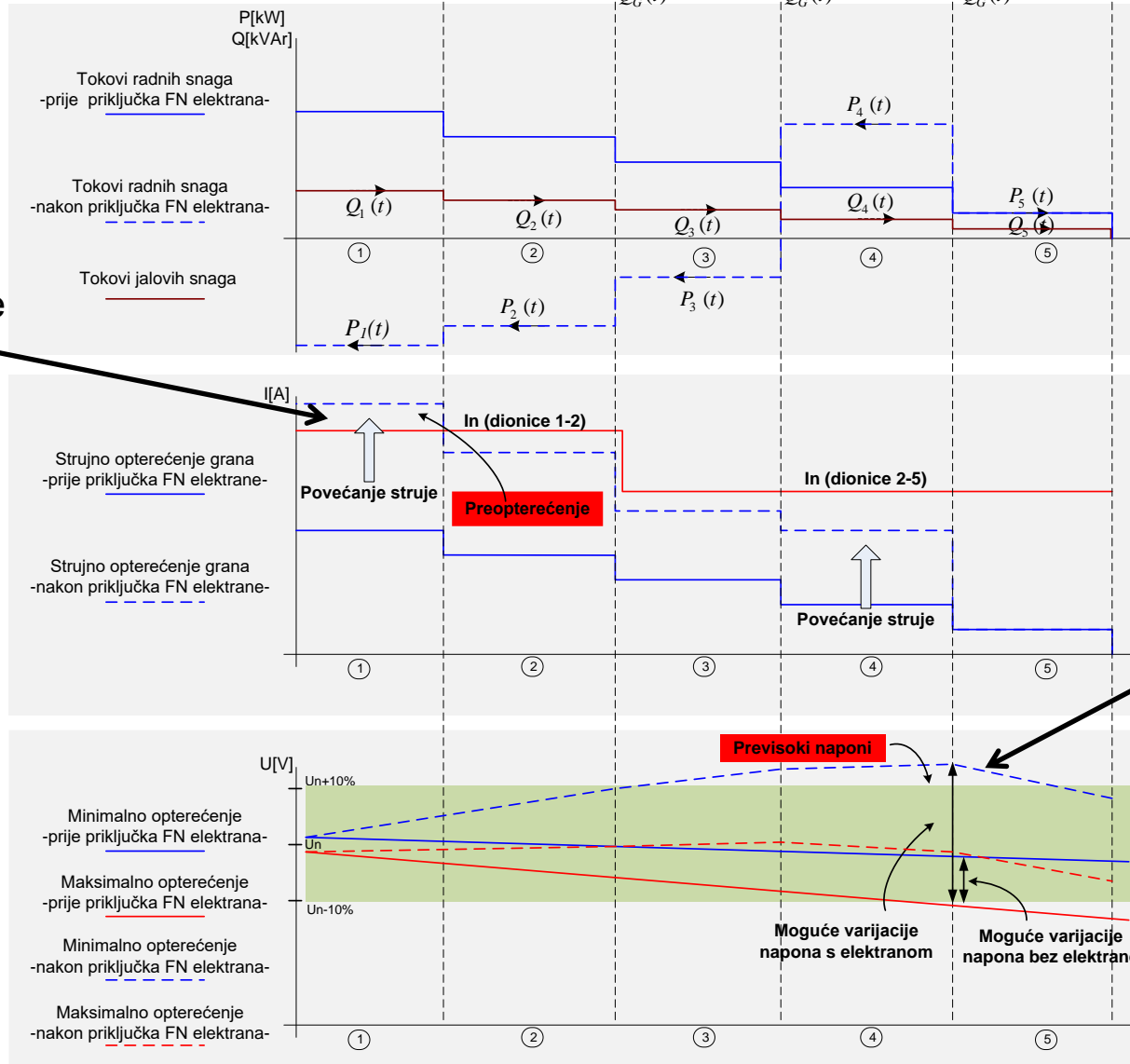
Loše naponske prilike



Aktivne DM mreže – veliki udio OIE



Preopterećenje






Visoki naponi



Matematički model – mješovito cjelobrojno programiranje uz aproksimaciju stošcem 2. reda

$$\text{Minimiziraj } \sum_{i \in BF, s \in S} P_{Ii,s} - \sum_{i \in DI, j \in DI_i^{lok}, s \in S} P_{ij,s}^{DIinst} + \sum_{(ij) \in W, s \in S} r_{ij} L_{ij,s}$$

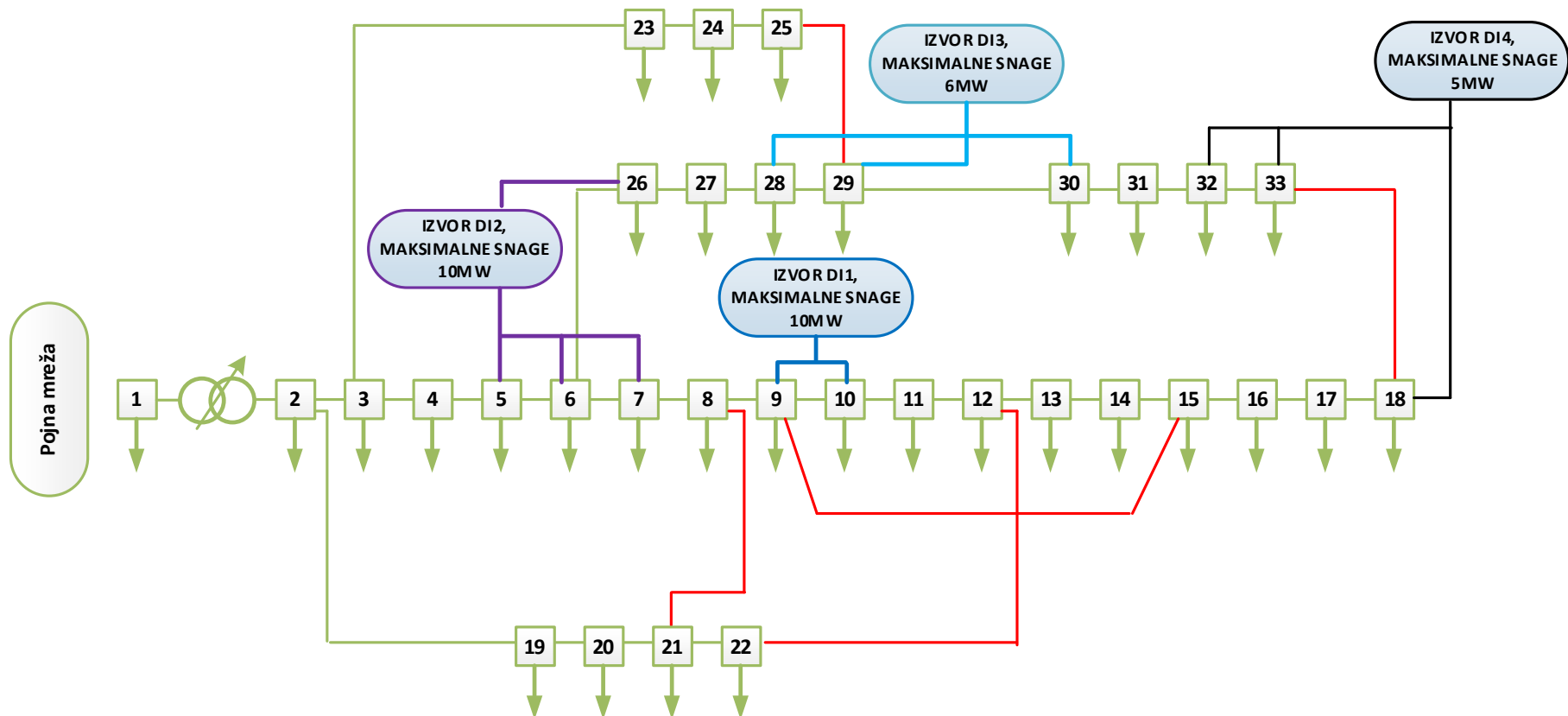
 minimizacija uvoza snage u DM  maksimizacija inst.kapaciteta DI  minimizacija gubitaka snage

Uz ograničenja koja se odnose na:

- Bilancu radne/jalove snage po čvorištima
- Dozvoljena kretanja napona
- Dozvoljena opterećenja elemenata mreže
- Radijalni pogon distribucijske mreže
- Moguće opcije priključka DI i max. instalirani kapacitet
- Dozvoljeni raspon faktora snage DI
- Mogućnost regulacije napona pomoću transformatora s autom.regulacijom napona



TEST MODEL – modificirani IEEE 33 bus model



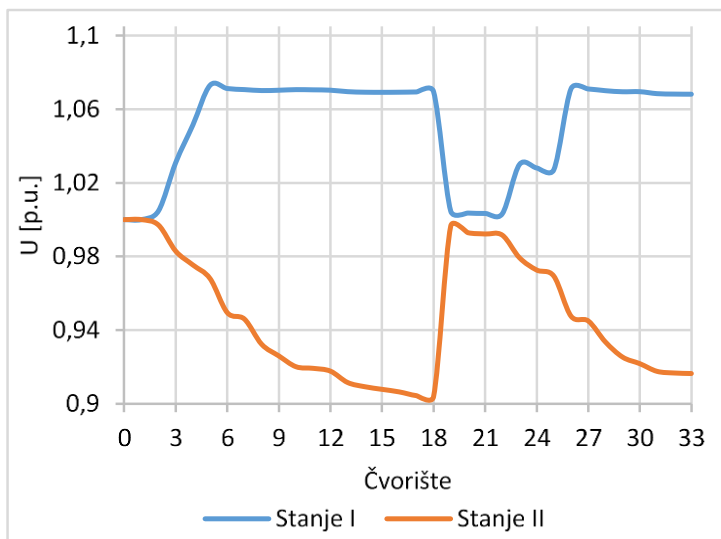
Razmatrani scenariji analize

- **Osnovni model:** u ovom slučaju ne razmatra se fleksibilnost na razini DM
- **Model a)** - upravljanje faktorom snage DI u granicama $\cos(\varphi) = 0.95(\text{ind./kap.})$;
- **Model b)** - regulacijskih transformatora s automatskom regulacijom napona pod opterećenjem uz upravljanje faktorom snage DI;
- **Model c)** - promjena topologije DM, upravljanje faktorom snage i automatsku regulaciju napona u čvorištu s regulacijskim transformatorom.

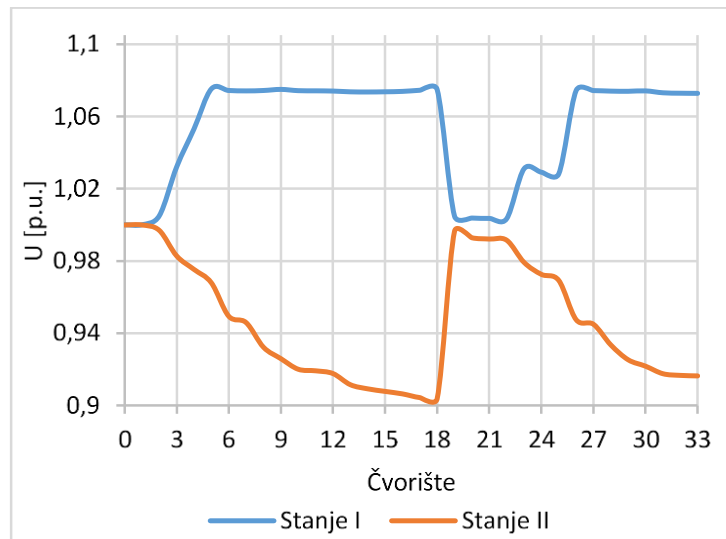
	Osnovni model	Model a)	Model b)	Model c)
Priključna snaga DI1, DI2, DI3, DI4 [kW]	210, 10000, 328, 90	195, 10000, 334, 106	165, 9999, 355, 91	1640, 7001, 2235, 756
Jalova snaga DI1, DI2, DI3, DI4 [kVAr]	-	64, 373, 110, 35	55, -564, 117, 30	160, 336, 421, 90
Mjesto priključka DI1, DI2, DI3, DI4	10, 5, 30, 18	9, 5, 30, 18	10, 5, 28, 18	10, 5, 29, 18
Napon sek. RT [p.u.] – pogonski scenarij I/II	1 p.u./1 p.u.	1p.u./1p.u.	1.03p.u./1.1p.u.	1.04 p.u./1.06 p.u.
Isključene grane	33, 34, 35, 36, 37	33, 34, 35, 36, 37	33, 34, 35, 36, 37	7, 9, 14, 28, 32
U_{\min}/U_{\max} [p.u.] pogonski scenarij I	1.073/1	1.0753/1	1.1/1.03	1.0997/1.04
U_{\min}/U_{\max} [p.u.] pogonski scenarij II	1/0.9038	1/0.9038	1.1/1.0139	1.06/1.005
Trajanje proračuna [s]	0.39	0.72	0.44	167.97



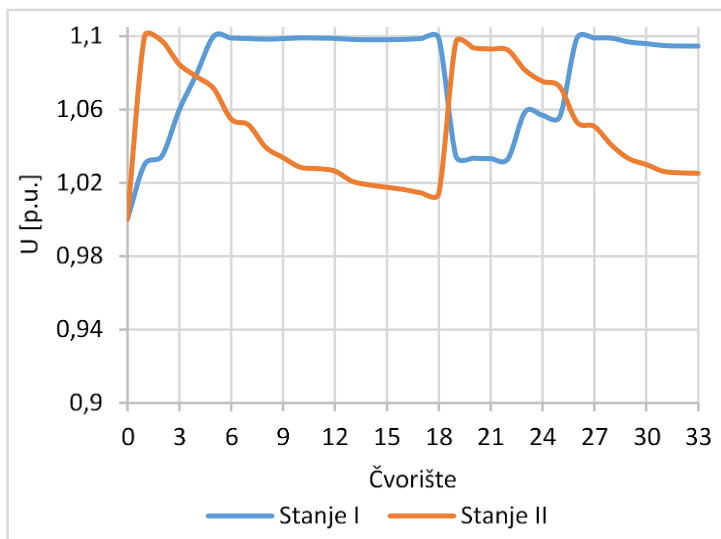
Rezultati proračuna – naponski profili



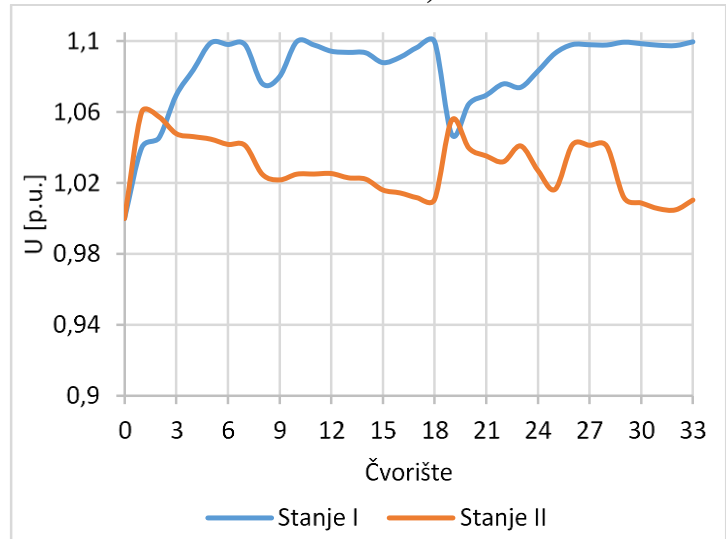
Osnovni model



Model a)



Model b)



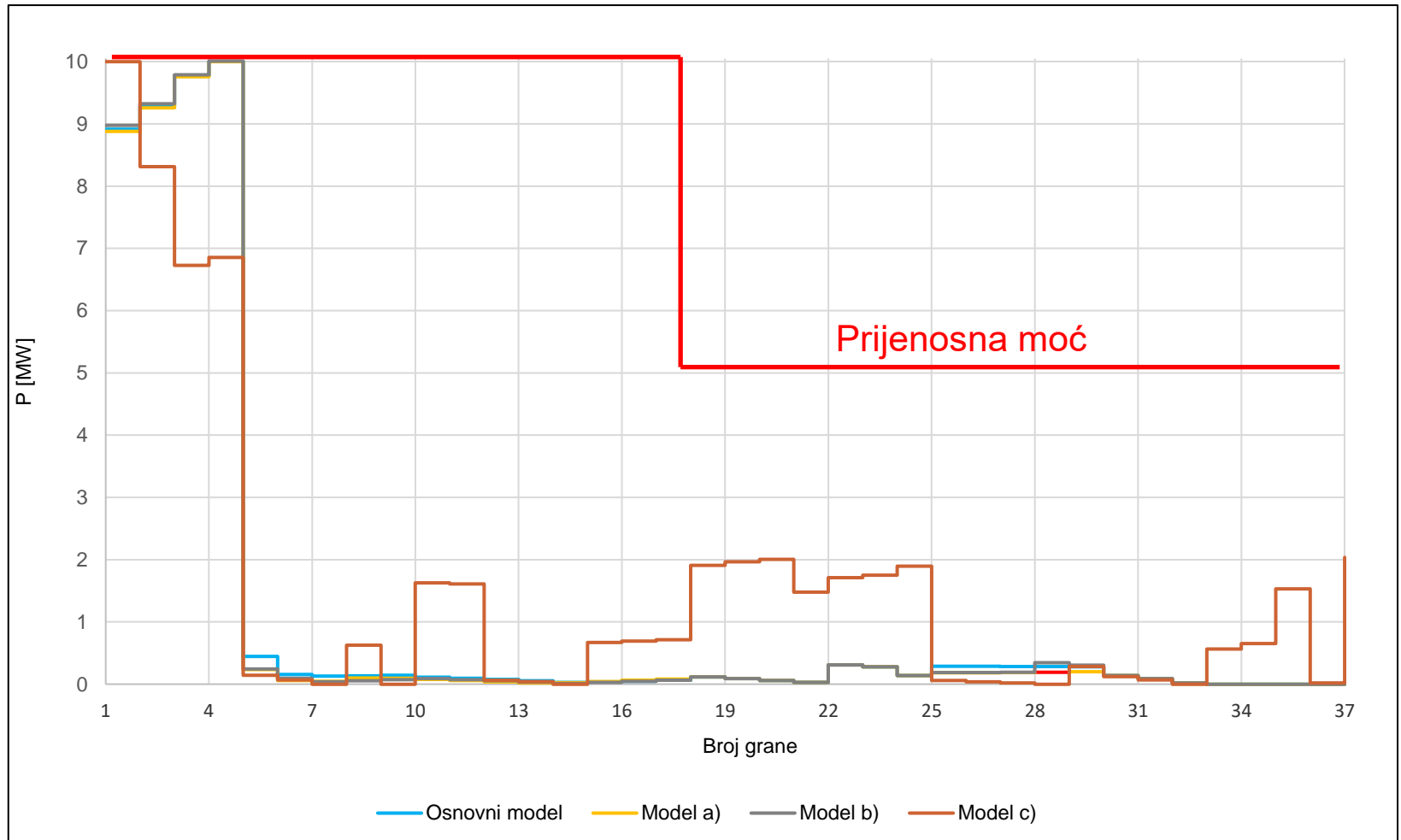
Model c)

Stanje I=max. proizvodnja DI / min.opterećenje (30%)

Stanje II= isključeni DI / max. opterećenje (100%)



Rezultati proračuna – tokovi snaga



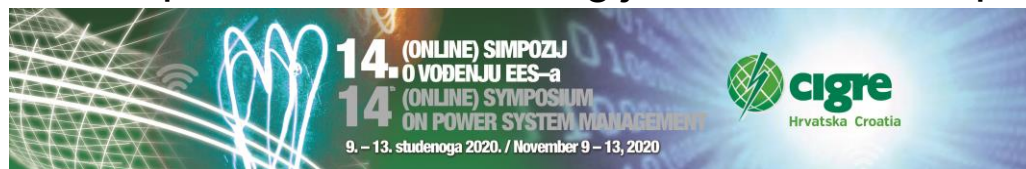
Q.1. Da li se opisani pristup može primijeniti u praksi? Naime, autori navode da se lokacija i priključna snaga distribuiranog izvora mogu varirati s ciljem podizanja prihvatne sposobnosti mreže. No, korisnici mreže u pravilu imaju fiksirane lokacije, a obično i priključne snage.

- Model ne određuje optimalno mjesto priključka razmatrajući sve moguće varijante, već iz skupa realnih varijanti koje se unaprijed definiraju određuje optimalna rješenja priključka na mrežu za svaki DI razmatrajući sve korisnike istovremeno.
- Priključna snaga elektrane određuje se u rasponu od 0 MW do maksimalne tražene priključne snage korisnika mreže, maksimizirajući ukupnu mogućnost prihvata DI u mrežu.
- U praksi, ODS u slučaju kada su premašene granice prihvata definira plan razvoja mreže koji omogućava priključak korisnika kao i pripadajuće troškove. U budućnosti možemo očekivati slične probleme kao i na razini prijenosa u situacijama kada su nužni zahvati „dublje” u mreži.



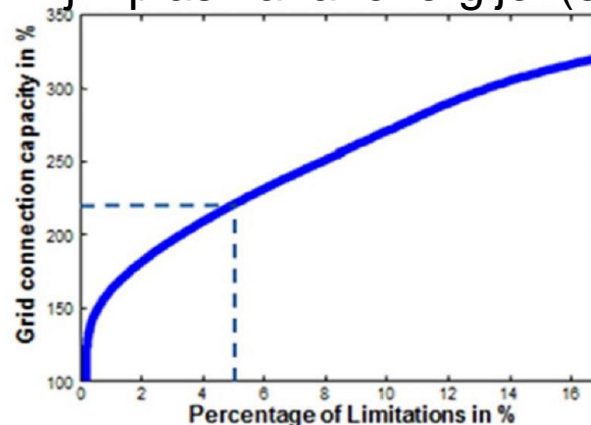
Q.2. Da li je model moguće proširiti sa ekonomskim kriterijima? Naime, primjena naprednih rješenja poput regulacijskih transformatora ima svoju (značajnu) cijenu. Isto se odnosi na gubitke električne energije u funkciji cilja - gubici su ekonomska kategorija koju određuje tržište.

- Budući da predloženi model omogućava razmatranje različitih pogonskih stanja, dobrim odabirom reprezentativnog skupa scenarija te adekvatnim pridjeljivanjem vjerojatnosti/trajanja moguće je uključiti i različite ekonomske aspekte ovog problema. U tom kontekstu nije dovoljno razmatrati samo trošak nabavke energije za pokrivanje gubitaka već se moraju uvažiti i drugi izvori prihoda/ušteda/troškova.
- Predloženi model predstavlja prvi korak prema razvoju sveobuhvatnog alata za planiranje razvoja DM, optimizaciju priključka DI te pogonsko optimiranje rada sustava.
- Ovim proširenjem obuhvati će se i različiti ekonomski aspekti: troškovi nabavke energije/ pokrivanja gubitaka energije, troškovi nadogradnje mreže, troškovi neisporučene elek. energije iz DI, troškovi priključka DI, ...

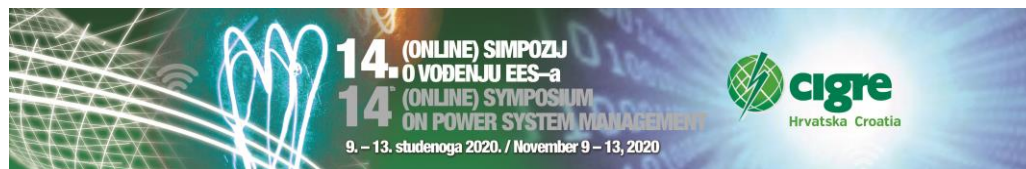


Q.3. Da li autori mogu nešto reći o iskustvima sa praktičnom primjenom opisanog koncepcijskog pristupa kod inozemnih operatora distribucijskih sustava?

- Problemi s rezervacijom kapaciteta: vremensko ograničenje rješenja o načinu priključka na mrežu (Francuska/Njemačka), plaćanje naknade za rezervirane kapacitete (Poljska, Češka)
- Ograničavanje mogućnosti priključka s obzirom na iznos potrošnje, instaliranu snagu pojne točke uvažavajući N-1 kriterij,
- Priključak na mrežu uz mogućnost ograničenja plasmana energije (eng. variable access approach/non-firm access)



- Uvođenje tržišta na razini DSO za potrebe upravljanja zagušenjima ili regulaciju napona: DI, skladišta elek.energije, agregatori, potrošači





Zahvaljujem na pažnji!

damir.jakus@fesb.hr

rade.cadjenovic@fesb.hr

jvasilj@fesb.hr

psarajcev@fesb.hr

