

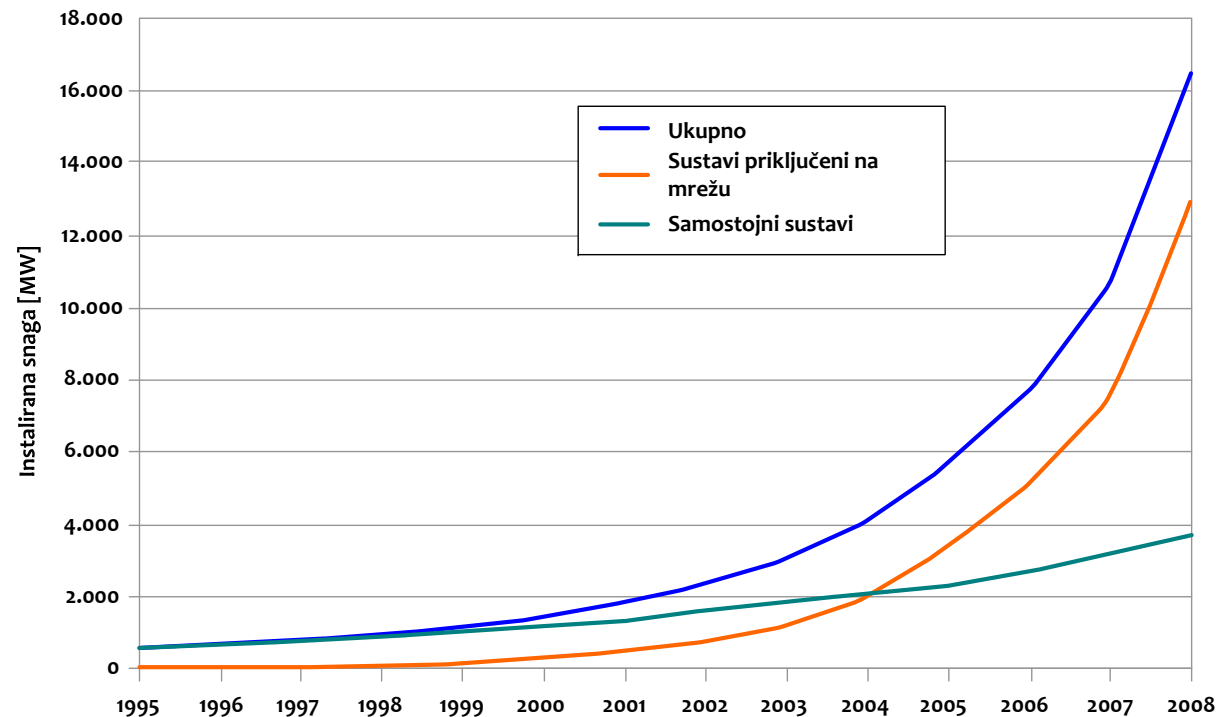
Priključak velikih fotonaponskih elektrana na distribucijsku mrežu



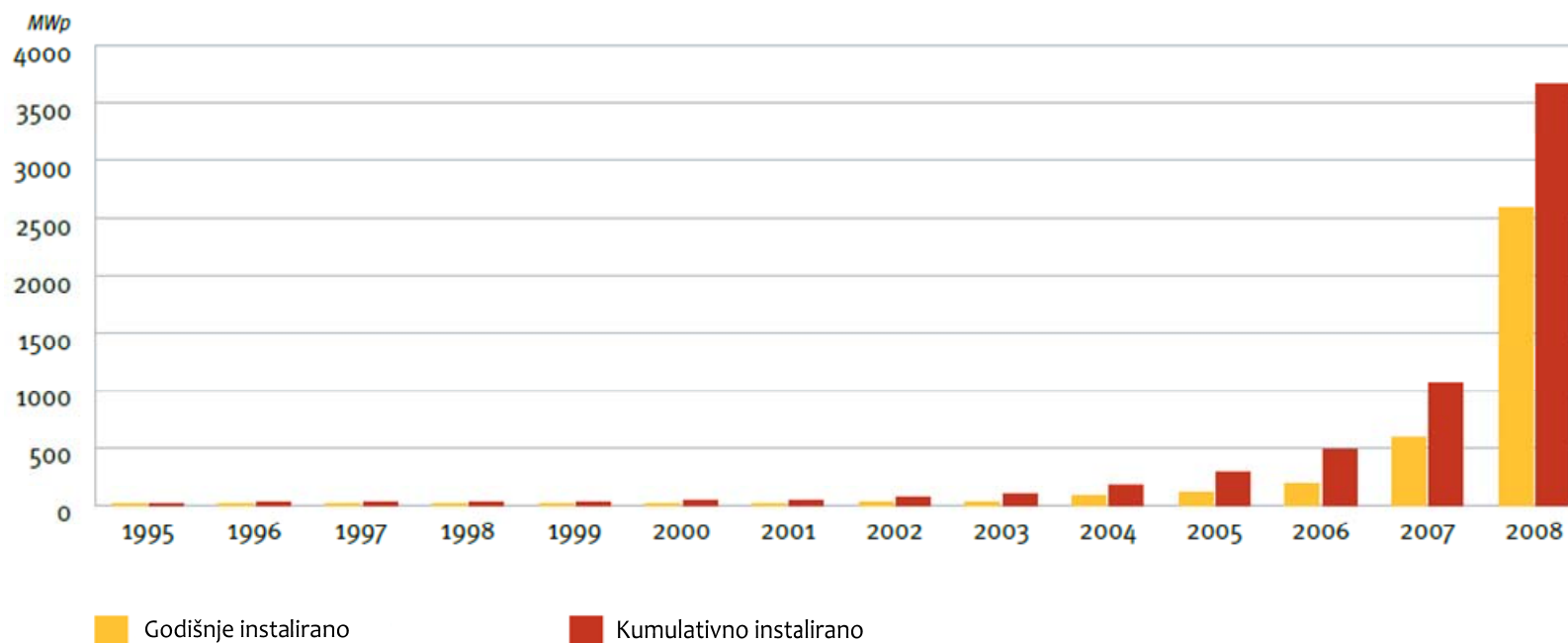
Sadržaj

- Uvod – pregled dosadašnjeg trenda iskorištavanja fotonaponskog efekta u svijetu i Hrvatskoj
- Princip rada i osnovne komponente fotonaponskih elektrana
- Priključak fotonaponske elektrane na srednje naponsku distribucijsku mrežu
- Aspekti priključka i prihvata električne energije iz FN elektrana
- Utjecaj priključka fotonaponske elektrane na pogonske prilike u mreži
- Zaključak

- Instalirana snaga fotonaponskih sustava u svijetu udvostručava se svake dvije godine s prosječnim porastom od 48% od 2002.godine
- Do kraja 2008. godine ukupna instalirana snaga prelazi 16 GW, od čega je 80% priključeno na mrežu, a ostatak čine tzv. samostojni FN sustavi



- Velike fotonaponske elektrane definirane su snagom iznad 200 kW, a najveće danas instalirane snaga su i do 60 MWp
- Hrvatska znatno ostaje za svjetskim prosjekom zbog nadekvatnog regulatornog okvira za izgradnju takvih sustava

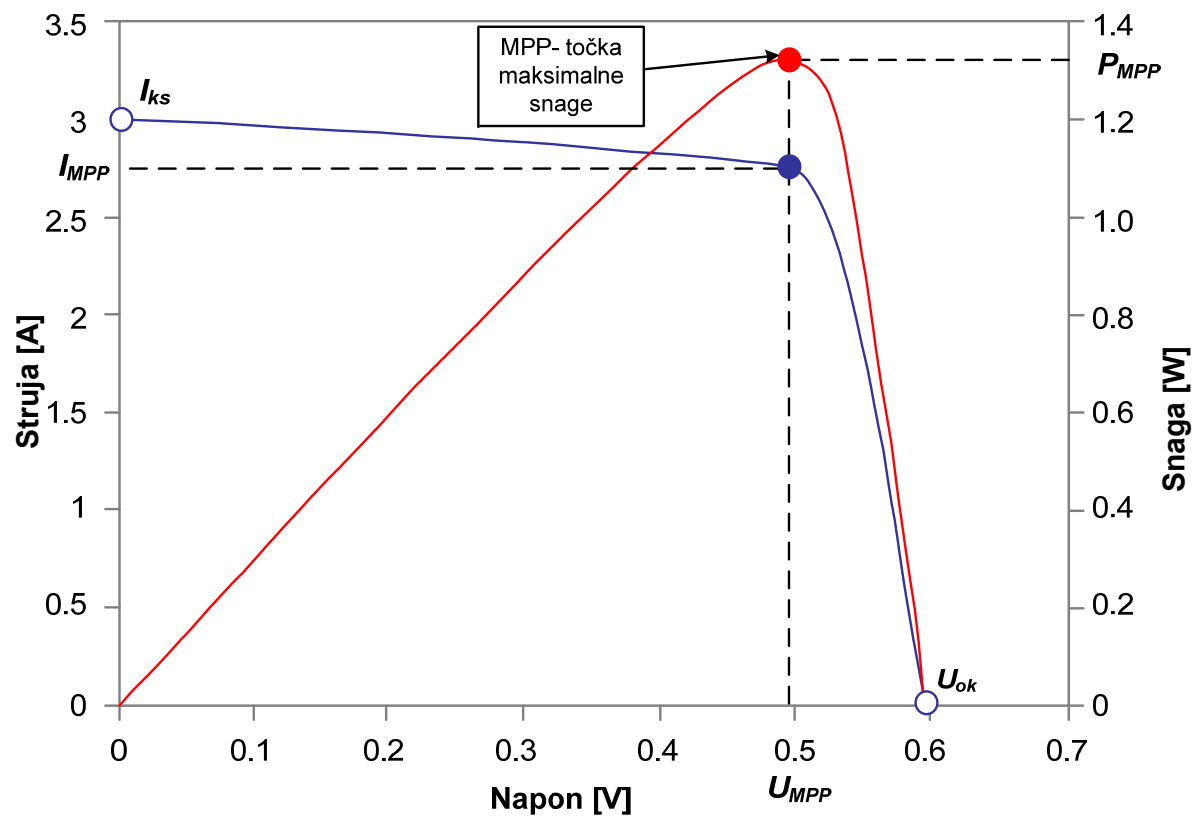


- Prema “Tarifnom sustavu za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i kogeneracije” utvrđen je limit od **1MW** na ukupnu instaliranu snagu iz sunčanih elektrana koji imaju pravo na poticajnu cijenu električne energije

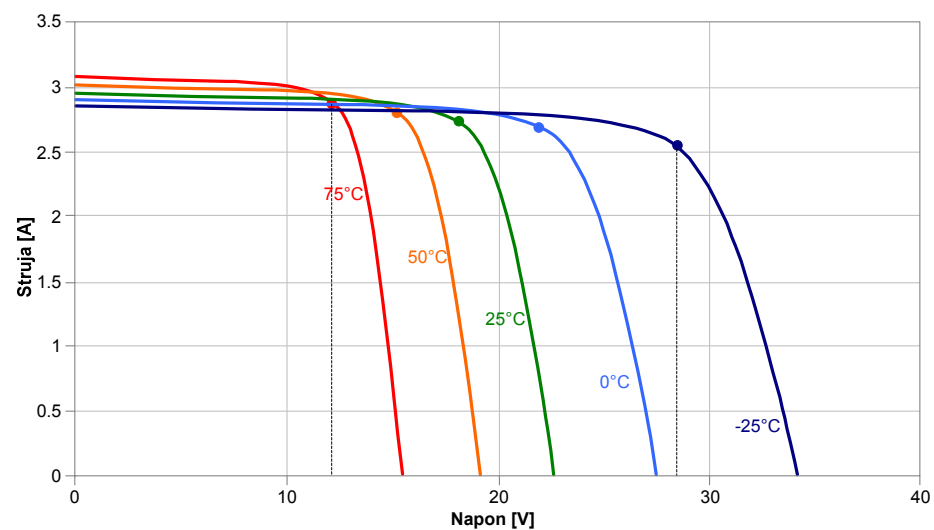
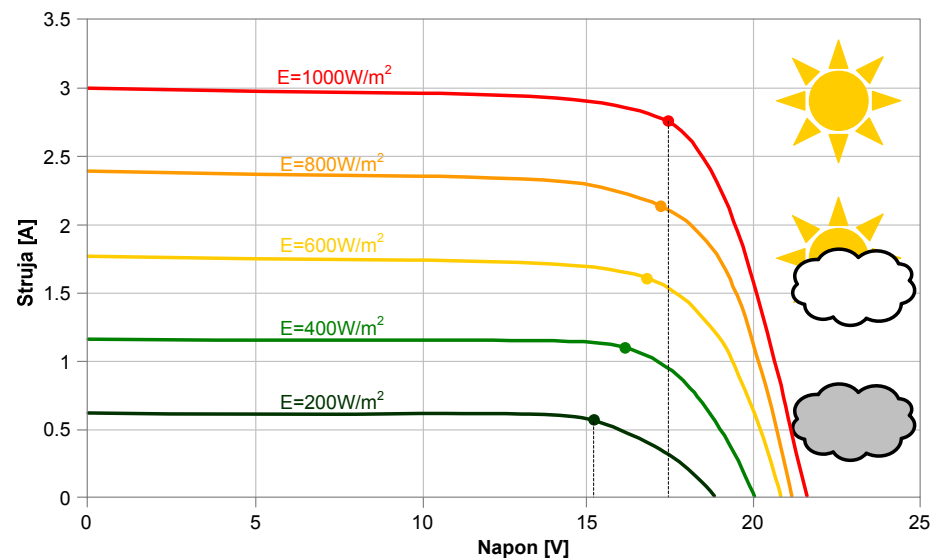
Tarifni sustav za OIE ("Sunčane elektrane")	2007.g.	2010.g.
	kn/kWh	kn/kWh
$P_{ints} < 10 \text{ kW}$	3,40	3,77
$10 \text{ kW} \leq P_{ints} < 30 \text{ kW}$	3,00	3,33
$P_{ints} \geq 30 \text{ kW}$	2,10	2,33

- Povećanje poticajnih mjera za izgradnju fotonaponskih sustava u Hrvatskoj najavljeno je novom energetsom strategijom (2008. g.), prema kojoj se Hrvatska do 2020.g. mora biti izjednačena sa Španjolskom gledano instalirane snage po glavi stanovnika (11.7W/stanovniku), te Njemačkom do 2030. godine (preko 45 W/stanovniku)

Strujno naponska karakteristika FN ćelije

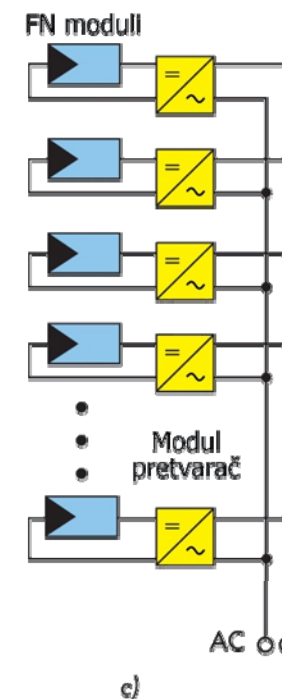
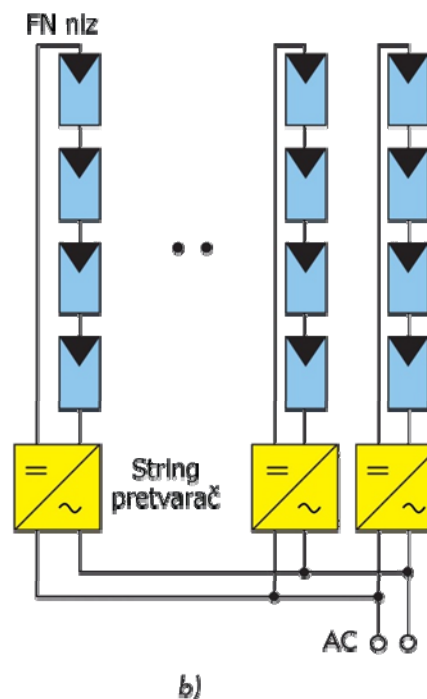
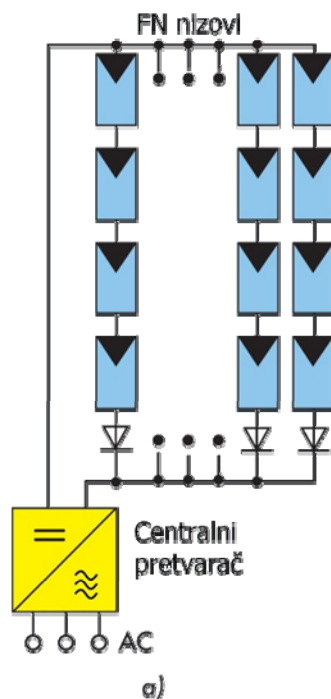


Utjecaj intenziteta
zračenja i temperature
na promjenu napona i
struje FN modula

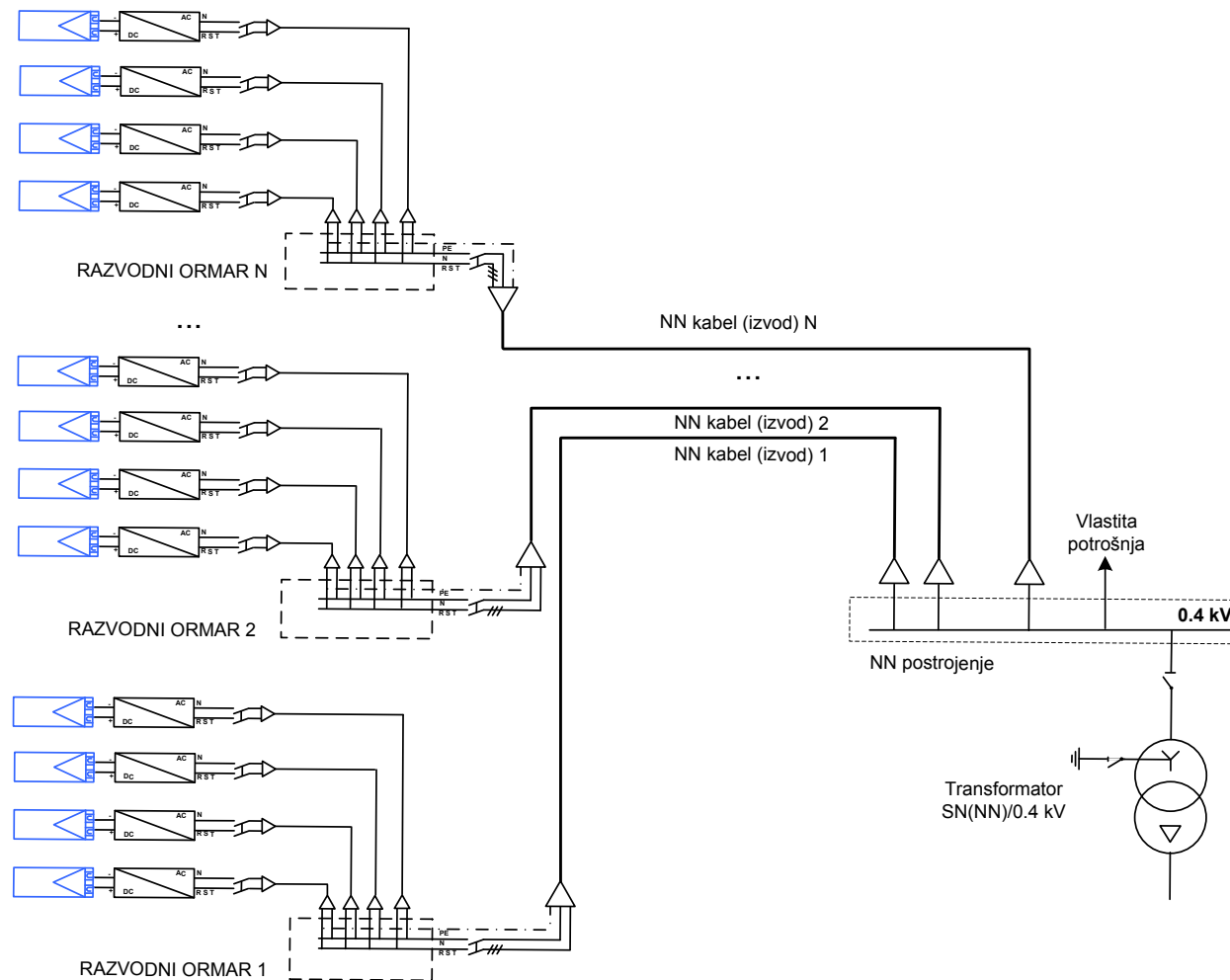


FN moduli spajaju su na mrežu preko invertera, u varijantama:

- Centralni inverter-a)
- Inverter za niz FN modula-b)
- Inverter za više nizova FN modula
- Inverter integriran u FN modul-c)



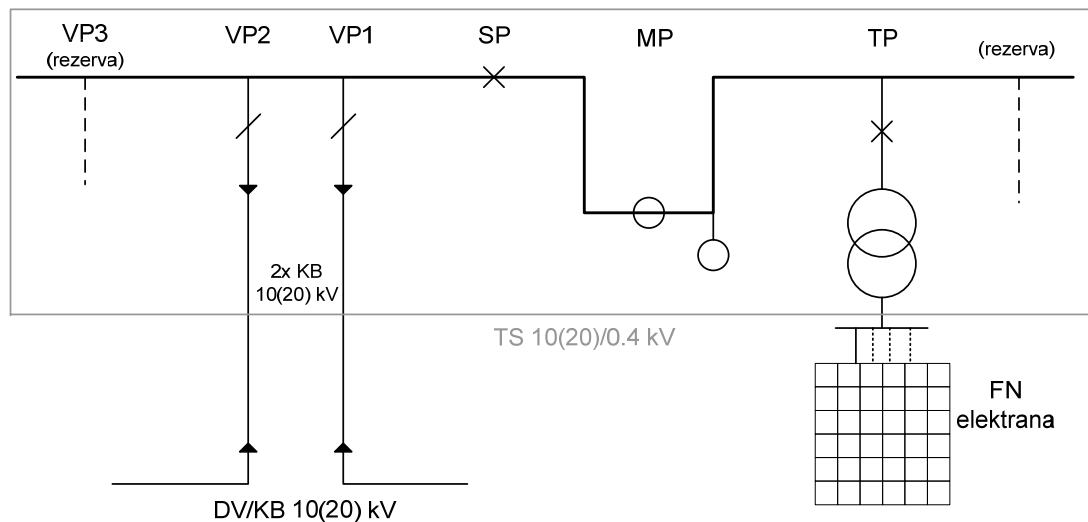
Načelna shema NN mreže za veliku FN elektranu i povezivanje s priključnom TS 0.4/10(20) kV za priključak na mrežu



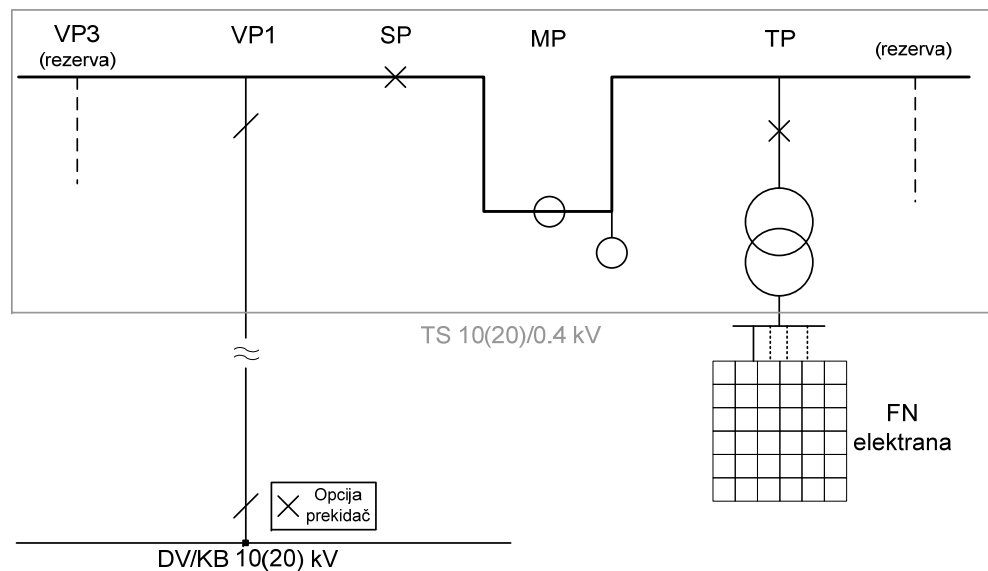
Priključka i prihvata el. energije iz FN elektrana

1. Utjecaji na pogonske prilike u okolnoj distribucijskoj (prijenosnoj) mreži
 - Opterećenja elemenata mreže
 - Statičke varijacije napona
 - Gubici snage i energije
 - Dinamičke promjene napona, flikeri, viši harmonici
 - Utjecaj na kratkospojne prilike
 - Otočni pogon
 - Raspoloživost opskrbe električnom energijom
2. Izgradnja i rekonstrukcija okolne mreže u slučaju priključka veće snage
3. Eventualni sistemski utjecaji
 - Nisu aktualni do značajnije penetracije u lokalnoj distribucijskoj mreži
 - Na razini EES-a ne znače gotovo ništa, dok god se radi o “malim” distribuiranim sustavima pojedinačne snage do nekoliko MW

Priključak velikih fotonaponskih elektrana na distribucijsku mrežu
 Ranko Goić, Jakov Krstulović Opara, Damir Jakus, Ivo Zlatunić, Ivan Penović



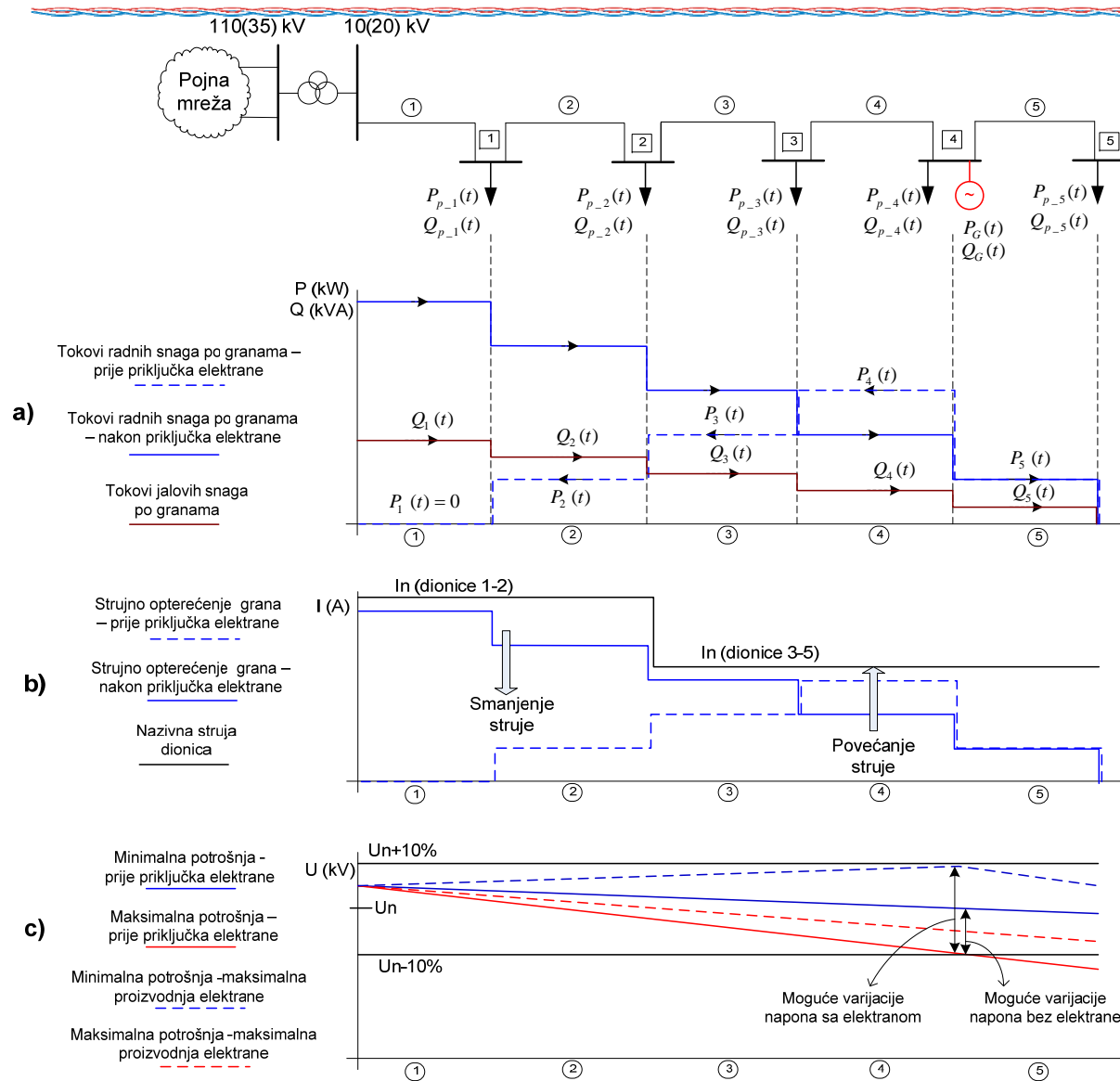
Jednopolna shema priključka po sistemu ulaz/izlaz



Jednopolna shema priključka radijalnog (T) priključka

Priključak velikih fotonaponskih elektrana na distribucijsku mrežu

Ranko Goić, Jakov Krstulović Opara, Damir Jakus, Ivo Zlatunić, Ivan Penović



Utjecaj priključka FN elektrane na naponske prilike strujna opterećenja u SN mreži:

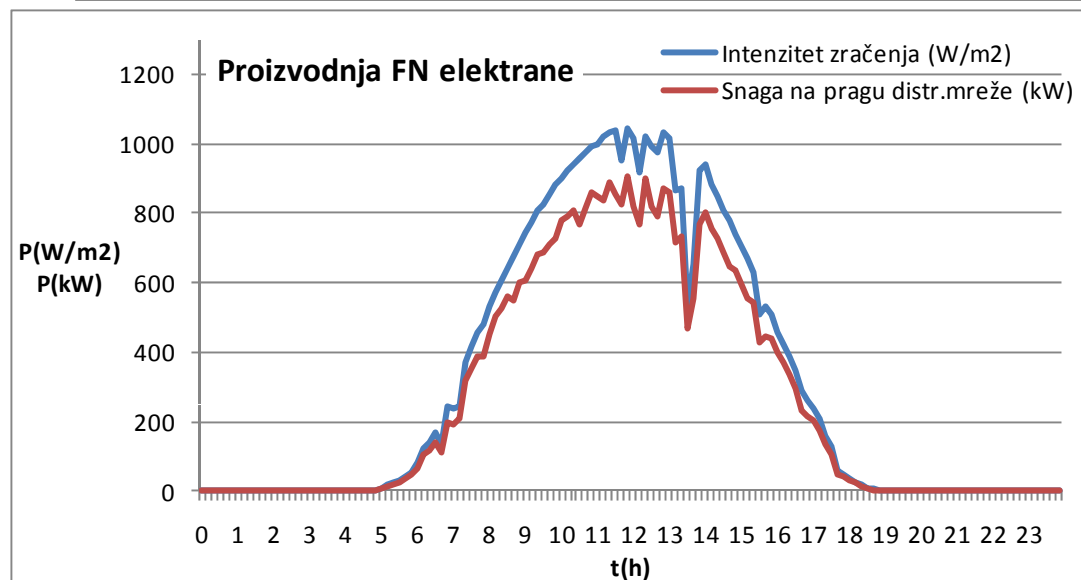
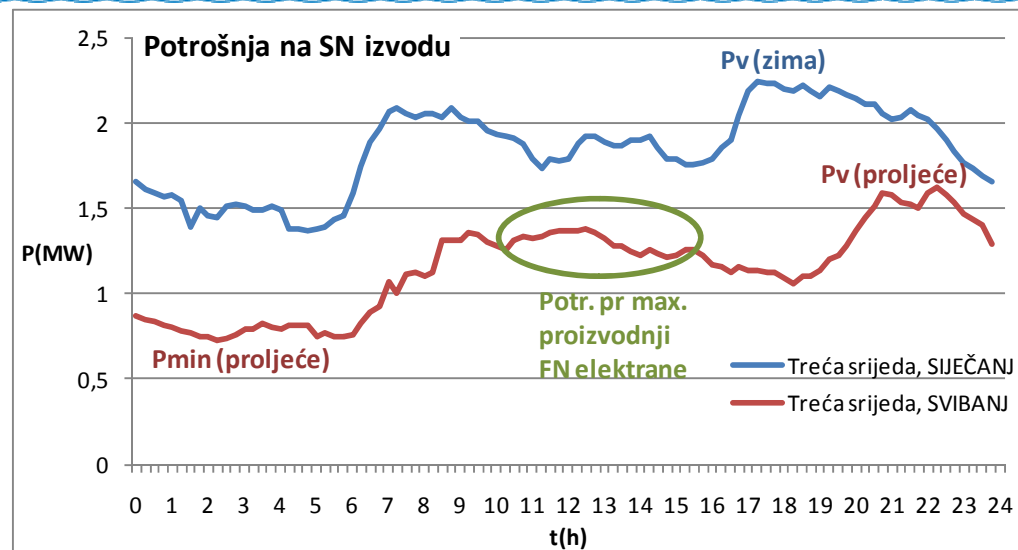
- a) struje: najčešće nebitno, budući da su varijacije napona ograničavajući faktor
- b) naponi: povišenje napona u kombinaciji visoke proizvodnje i niske potrošnje na izvodu, pogotovo u slučaju priključka pri kraju SN izvoda manjeg presjeka

Povoljna okolnost za fotonaponske elektrane (po pitanju povišenja napona):

- Isključivo “dnevna” proizvodnja (minimumi potrošnje i visoki naponi u mreži se dešavaju noću)
- Mjerodavna je analiza u sezoni minimalne potrošnje (proljeće/jesen), sa cca. 40-60% vršnog opterećenja izvoda
- Max. proizvodnja FN elektrane na pragu distribucijske mreže je cca. 85% instalirane snage FN panela

Za razliku od vjetroelektrana:

- Nema brzih varijacija proizvodnje (napona)
- Učestalost varijacija proizvodnje (napona) je znatno manja



Zaključak

- Glavna prepreka u ostvarivanju većeg udjela električne energije proizvedene u fotonaponskim sustavima, prije svega je u visokoj cijeni fotonaponskih panela (1.5-2.5 €/Wp), te ukupnim investicijskim troškovima (2-3 €/W).
- Trend daljnjeg napretka tehnologije temelji se razvoju tzv. tanko-slojnih ćelija u cilju znatnog smanjenja aktivnog materijala, ali i se očekuje i daljnje smanjenje cijena neovisno o tehnologiji
- Izgradnja FN elektrana u RH trenutno je subvencionirana do ukupne kvote 1MW, tako da se kratkoročno može očekivati izgradnja samo malih (kućnih) sustava, ali se očekuje povećanje kvote i izgradnja većih FN elektrana (do nekoliko MW) koje će se priključivati na SN mrežu.
- FN elektrana općenito nema značajnijeg negativnog utjecaja na mrežu: proizvodnja je isključivo danju, te nema velikih i čestih varijacija proizvodnje.
- Osnovno ograničenje priključka na mrežu je povećanje napona, posebno u slučaju priključka na krajevima SN izvoda manjeg presjeka.

Priključak velikih fotonaponskih elektrana na distribucijsku mrežu
Ranko Goić, Jakov Krstulović Opara, Damir Jakus, Ivo Zlatunić, Ivan Penović

Odgovor na pitanja recenzenata