

Regulacija napetosti v distribucijskih omrežjih s pomočjo razpršenih virov

Blaž Uljanic¹, Tomaž Pfajfar², Igor Papič¹, Boštjan Blažič¹

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Tržaška 25, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Reinhausen 2e d.o.o., Tehnološki park 24, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-pošta: blaz.uljanic@fe.uni-lj.si

Povzetek. V prihodnjih letih bodo evropske države poskušale doseči cilje "20-20-20", ki predvidevajo 20-odstotno povečanje energetske učinkovitosti, 20-odstotno zmanjšanje izpustov CO₂ in 20-odstotno proizvodnjo iz obnovljivih virov energije do leta 2020. Posledica tega bo verjetno povečan delež obnovljivih in razpršenih virov v končni porabi, pospešenega vlaganja v te vire in njihovega vključevanja v elektroenergetski sistem. Razpršeni viri imajo navadno manjšo moč in niso skoncentrirani na enem delu omrežja, temveč so razpršeni po celotnem omrežju. Ker so majhni, so vključeni v distribucijsko omrežje. Njihova proizvodnja je odvisna od številnih dejavnikov, zato jo je težko predvideti. Vključitev, ki v osnovi omrežja ni bila predvidena v tako velikem obsegu, pa vpliva na napetostne razmere v omrežju in posledično lahko nastanejo težave. Eden prvih problemov pri tem je zagotavljanje napetosti znotraj predpisanih meja.

V članku so najprej podane spremembe, ki nastajajo v omrežjih zaradi priključevanja razpršenih virov. Sledi opis vpliva razpršenega vira na napetostne razmere v omrežju in analitična določitev vpliva na napetost. V nadaljevanju so na dejanskem primeru omrežja prikazane možnosti za regulacijo napetosti, tudi s pomočjo razpršenih virov. V sklepnem delu sledi primerjava izgub, ki nastanejo ob posamezni regulaciji napetosti.

Ključne besede: regulacija napetosti, napetostni profil, razpršena proizvodnja, izgube v omrežju

Voltage regulation in distribution networks with distributed generation

One of the goals of European energy policy is to reach the 20-20-20 goals which foresee 20 % increase in energy efficiency, reduction of CO₂ gas emissions by 20 % and 20 % production from renewable energy sources by 2020. As a result there will probably be a substantial increase in the share of renewable (and dispersed) energy sources in final consumption and accelerated investment in renewable energy sources and their integration into the electrical system. Distributed generation (DG) has relatively small nominal power and is not concentrated in one part of network but is spread throughout the network. Due to the power of these sources they are connected to the distribution network. Their production depends on a number of natural factors and is difficult to predict. Inclusion of a large share of DG was not planned when the networks were designed and DG affects voltage conditions in a network and consequently difficulties can arise. One of the first problems that emerge is the network voltage violating the defined limits.

The paper is structured as follows. First changes that occur in networks are described. This is followed by a description of the impact of DG on network voltage conditions and analytical determination of the effect on voltage. Next, possible voltage control strategies with dispersed generation are demonstrated on a simulated network. In conclusion comparison of losses for different voltage control concepts is given.

1 UVOD

Klasičen elektroenergetski sistem je sestavljen iz proizvodnih enot, visokonapetostnega (VN) prenosnega omrežja, razdelilnih transformatorskih postaj, distribucijskega srednjenapetostnega (SN) omrežja, SN/NN transformatorskih postaj in nizkonapetostnega (NN) omrežja. Pretok energije poteka od proizvodnih enot prek omrežja in transformatorskih postaj do končnih porabnikov.

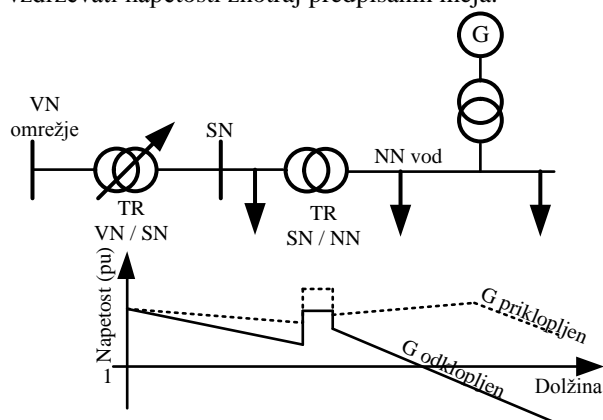
Zaradi čedalje večje skrbi za okolje in energetske odvisnosti evropskih držav od uvoza fosilnih goriv so bili v EU sprejeti cilji "20-20-20", ki predvidevajo 20-odstotno povečanje energetske učinkovitosti, 20-odstotno zmanjšanje izpustov CO₂ ter 20-odstotno proizvodnjo iz obnovljivih virov energije do leta 2020. Zaradi teh usmeritev in podpornih shem, ki spodbujajo proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov, njihov delež narašča. Ti viri imajo manjšo moč in so razpršeni po distribucijskem omrežju, zato jih imenujemo razpršeni viri (RV). Posledica vključenosti RV v sistem je sprememba pretokov moči, ki je zdaj mogoč v obe smeri, tudi od nižjega napetostnega nivoja proti višjemu. Tem razmeram pa vodenje omrežja ni prilagojeno (regulacija napetosti, nastavitve zaščite in zagotavljanje kakovosti). Poleg tega RV vplivajo tudi na

kakovost napetosti in pomenijo nevarnost otočnega obratovanja v omrežju.

2 VPLIV RAZPRŠENE PROIZVODNJE NA NAPETOSTNI PROFIL

RV, priključeni v razdelilnem omrežju, spreminjajo napetostni profil voda [1]. Po navadi imajo omejene možnosti vodenja ali so celo brez njih in navadno ne sodelujejo pri regulaciji napetosti. Sodelovanje pri regulaciji napetosti je sicer predvideno v novih sistemskih obratovalnih navodilih za distribucijsko omrežje EE – Priloga 5 [2]. Operaterji omrežij morajo zagotavljati napetost v predpisanih mejah. Te predpisuje standard SIST EN 50160 [3]. Standard zajema vse parametre kakovosti napetosti. Predpisuje motnje v SN- in NN-omrežju na odjemnem mestu, kjer se srečujeta odjemalec in javno razdelilno omrežje. V tej točki lahko opišemo parametre napetosti s trinajstimi značilnostmi.

Slika 1 prikazuje napetostni profil radialnega voda ob prisotnosti razpršenega vira (G). Ta nam ob delovanju dviguje napetost ter zmanjšuje izgube v omrežju. Ko pa ne deluje, napetostne razmere določata breme in regulacijski transformator. Težave lahko nastopijo, ko je obremenitev majhna in RV deluje in ko je obremenitev velika in RV ne deluje. V teh obratovalnih stanjih se lahko zgodi, da regulacijski transformator ne more vzdrževati napetosti znotraj predpisanih meja.



Slika 1: Napetostni profil radialnega voda z RV

Rešitve situacije, ki lahko nastane, se lahko lotimo z omejevanjem priključne moči razpršenih virov. Ker pa bi s tem zavirali njihovo vključevanje, kar ni v skladu z energetskimi usmeritvami v svetu in EU, lahko od virov zahtevamo sodelovanje pri regulaciji napetosti.

Možnosti za vzdrževanje napetosti znotraj predpisanih meja so naslednje [4]:

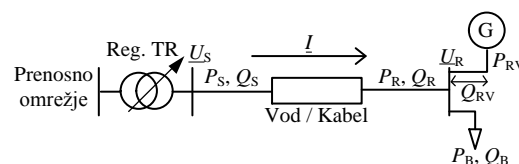
- primarna regulacija napetosti v razdelilnih postajah z regulacijskimi transformatorji,
- ojačitev omrežja,
- upravljanje z jalovo močjo RV,
- upravljanje z delovno močjo RV,
- vgradnja napetostnih regulatorjev in
- uporaba kompenzatorjev.

Ker hočemo regulacijo napetosti zagotoviti s čim manjšim denarnim vložkom, so v nadaljevanju obravnavane možnosti regulacije napetosti z RV (z jalovo močjo) in z regulacijskim transformatorjem. Možnost upravljanja z delovno močjo RV ni obravnavana, saj je ta ukrep nezaželen za proizvajalca električne energije.

3 ANALITIČNA DOLOČITEV VPLIVA RV NA NAPETOST V OMREŽJU

Pri navadnem obratovanju EES je potek pretoka energije od višjega nivoja napetosti proti nižjemu (tj. od elektrarn, ki so priključene na prenosno omrežje, do končnih porabnikov, ki so priključeni na distribucijsko omrežje), zato se posledično napetosti proti bremenu nižajo. Ob priključenem razpršenem viru pa se smer pretoka energije lahko spremeni in postane odvisna tako od bremen in impedance omrežja kot tudi od RV, kar posledično vpliva na spremembo padcev napetosti.

Na sliki 2 je prikazana shema enostavnega omrežja z razpršenim virom. Transformator pomeni transformatorsko postajo, ki ji sledita SN-vod ter na koncu razpršeni vir in porabnik.



Slika 2: Preprosto omrežje z RV

Oznake na sliki pomenijo:

- \underline{U}_S , napetost na zbiralkah RTP,
- \underline{U}_R , napetost v priključni točki RV,
- \underline{I} , tok voda,
- X, R , reaktanca, rezistanca voda,
- \underline{Z}_b , impedanca bremena,
- P_S, Q_S , delovna in jalova moč na začetku voda,
- P_R, Q_R , delovna in jalova moč na koncu voda,
- P_{RV}, Q_{RV} , delovna in jalova moč RV.

V priključni točki generatorja velja naslednja enačba:

$$\underline{U}_R \cdot \underline{I}^* = P_R + jQ_R \Rightarrow \underline{I} = \frac{P_R - jQ_R}{\underline{U}_g^*} \quad (1)$$

Napetost na zbiralkah RTP lahko zapišemo kot:

$$\underline{U}_S = \underline{U}_R + (R + jX) \cdot \underline{I} \quad (2)$$

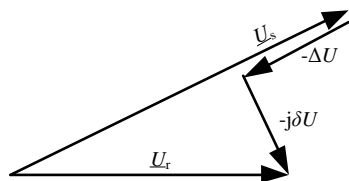
Če vzamemo napetost na sponkah generatorja kot referenčno vrednost $\underline{U}_R = \underline{U}_R^* = U_R \angle 0^\circ$, lahko zapišemo:

$$\underline{U}_R = \underline{U}_S - \frac{RP_R + XQ_R}{\underline{U}_R} - j \frac{XP_R - RQ_R}{\underline{U}_R} \quad (3)$$

iz česar sledi:

$$\underline{U}_R = \underline{U}_S - \Delta U - j\delta U \quad (4)$$

Na sliki 3 je prikazan kazalčni diagram za enačbo (4).



Slika 3: Kazalčni diagram napetosti

Iz slike 3 lahko razberemo, da je razlika amplitud \underline{U}_S in \underline{U}_R posledica ΔU , ki je v fazi z \underline{U}_S , medtem ko je razlika v faznem kotu v glavnem posledica δU .

Amplituda napetosti je na priključnem mestu vira približno:

$$U_R \approx U_S - \frac{RP_R + XQ_R}{U_R} \tag{5}$$

Za generatorsko vozlišče velja:

$$P_R = P_B - P_{RV}$$

$$Q_R = Q_B \pm Q_{RV}$$

Predpostavimo, da generator ne proizvaja jalove moči, ter najbolj neugodno situacijo v omrežju, ko je $P_b = Q_b = 0$ in moč generatorja največja. Tako dobimo napetost v točki razpršenega vira:

$$\underline{U}_R \approx \underline{U}_S + \frac{R \cdot P_{RV}}{U_R} \tag{6}$$

Iz enačbe (6) izhaja, da je napetost na mestu priključitve generatorja odvisna od ohmske upornosti voda, napetosti na zbiralkah RTP in velikosti proizvedene delovne moči RV.

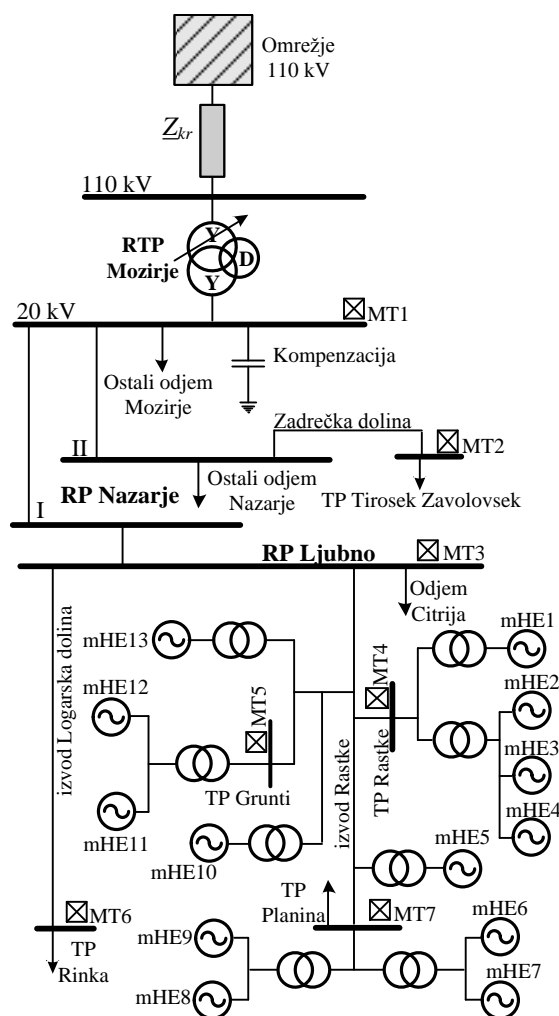
4 SIMULACIJSKO OMREŽJE

Na sliki 4 je prikazana poenostavljena enopolna shema SN-omrežja Savinjske doline, na katerem so bile zasnovane simulacije. SN 20 kV omrežje je napajano iz regulacijskega transformatorja z močjo 20 MVA (regulacija ± 12 stopenj, korak 1,33 %). Referenčna napetost je nastavljena na 1,0375 %. V omrežju je 13 mHE, katerih skupna moč znaša približno 2,5 MVA. Dve elektrarni imata sinhronski generator (SG), preostale pa asinhronskega (glej tabelo 1). Vsi generatorji so na 20 kV omrežje priklopljeni prek 20/0,4 kV transformatorjev.

Bremena so modelirana kot R-X impedance, ki so napetostno odvisne (v razponu od 80 do 120 %) in obratujejo s $\cos \varphi = 0,95$. Obremenilni diagrami bremen so narejeni na podlagi meritev vseh treh izvodov TP Rastke. Tipi dnevnih diagramov so prikazani na sliki 5.

V simulacijah so obravnavane stabilnostne razmere, pri katerih so uporabljene učinkovite vrednosti. En dan v realnem času je ponazorjen s 144 sekund dolgo simulacijo. Ena sekunda torej pomeni 10 minut v realnem času. Vrednost 0 pomeni čas 0:00:00, vrednost 144 pa 24:00:00. V programu DIGSILENT je uporabljena simulacija z učinkovnimi vrednostmi, ki

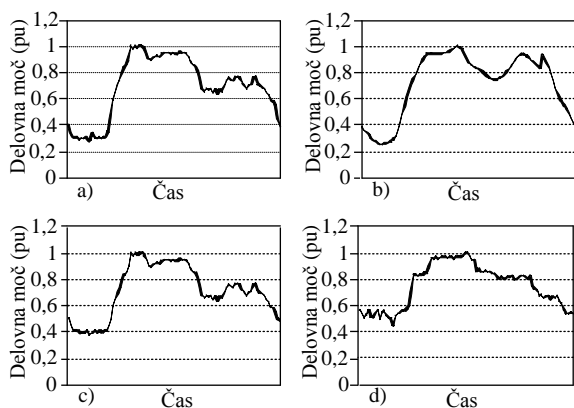
omogoča neposreden izračun stacionarnih razmer, pri tem pa upošteva tudi dinamiko regulacijskih algoritmov ali elektromehanskih naprav. Merilna točke (MT), na katerih se izvajajo meritve napetosti, so prikazane na shemi omrežja in so razporejene glede na to, kje se pričakujejo najnižje in najvišje napetosti. Pri generatorjih je bilo predpostavljeno, da obratujejo celoten čas z maksimalno močjo. Standard SIST EN 50160 določa, da morajo biti ob normalnih pogojih in brez upoštevanja prekinitve napajalne napetosti 95 % 10-minutnih srednjih efektivnih vrednosti napajalne napetosti v SN omrežjih v mejah ± 10 % nazivne napetosti. V simulacijah je bila definirana zgornja meja odstopanja nazivne (20 kV) napetosti +5 % in spodnja meja -5 %. Tolerančno območje napetostne regulacije je 1 %. Z izbiro zgornje meje so preprečene previsoke napetosti, prav tako pa je treba upoštevati možnost najnižjih napetosti, pri čemer je treba zajeti tudi padec na transformatorjih SN/NN in vodih, ki je bil ocenjen na 4 %.



Slika 4: Poenostavljena enopolna shema omrežja

Tabela 1: Podatki o generatorjih v omrežju

Oznaka	Nazivna moč / kVA	Tip generatorja
mHE1	22	Asinhronski generator
mHE2	132	Asinhronski generator
mHE3	810	Sinhronski generator
mHE4	594	Sinhronski generator
mHE5	19	Asinhronski generator
mHE6	110	Asinhronski generator
mHE7	80	Asinhronski generator
mHE8	160	Asinhronski generator
mHE9	45	Asinhronski generator
mHE10	56	Asinhronski generator
mHE11	56	Asinhronski generator
mHE12	56	Asinhronski generator
mHE13	287	Asinhronski generator



Slika 5: Tipi dnevnih obremenilnih diagramov

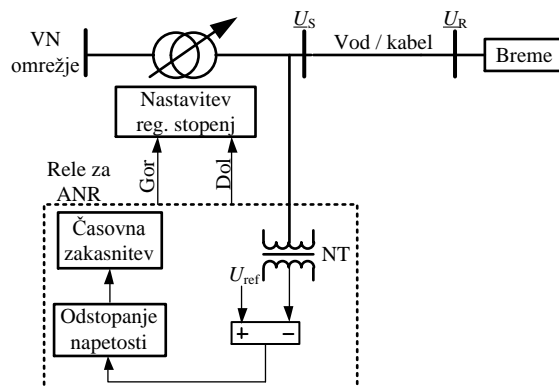
5 REZULTATI SIMULACIJ

V nadaljevanju so prikazani rezultati simulacij, ki so bile izvedene na omrežju, predstavljenem na sliki 4.

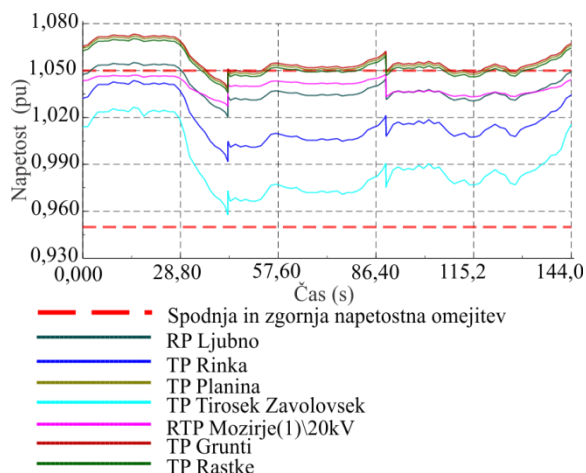
5.1 Klasična regulacija napetosti

Pri klasični regulaciji sodeluje regulacijski transformator v razdelilni transformatorski postaji (RTP). VN/SN-transformatorji imajo 25 regulacijskih stopenj. Čas zakasnitve med posameznimi preklopi je po navadi nastavljen na 2–3 minute, odstopanje pa je lahko 1 % od želene vrednosti. Želena vrednost se nanaša na napetost na zbiralkah v RTP in je po navadi nastavljena na 2,5 do 5 % nad nazivno vrednostjo. Transformator na podlagi izmerjene napetosti in vnaprej nastavljene referenčne vrednosti prestavi odcep transformatorja. Na sliki 6 je predstavljena regulacijska shema transformatorja.

Na sliki 7 so prikazani poteki napetosti pri klasični regulaciji napetosti. Kot lahko razberemo s slike, transformator ne zmore vzdrževati napetosti v predvidenih mejah. Največja vrednost je 1,073 pu (TP Grunt) najmanjša pa v TP Tirosek Zavolovšek, in sicer znaša 0,958 pu. Ob morebitni nižji nastavitvi referenčne vrednosti pa bi lahko bile napetosti ponekod prenizke.



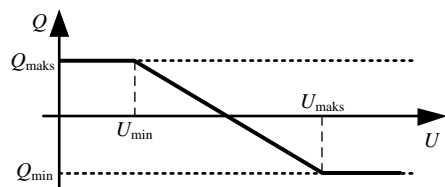
Slika 6: Klasičen način regulacije primarne napetosti v RTP



Slika 7: Napetosti v MT pri klasični regulaciji napetosti

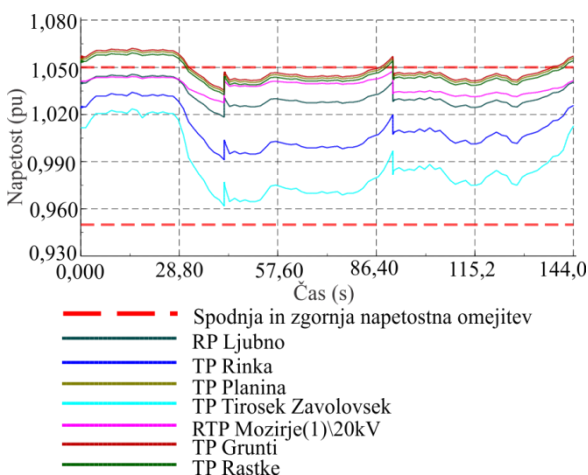
5.2 Klasična regulacija in regulacija jalove moči

Pri klasični regulaciji napetosti lahko sodelujejo tudi SG. Vsak SG lahko glede na obratovalno točko bodisi proizvaja bodisi porablja jalovo moč. Obratovanje SG je omejeno z obratovalnim diagramom, ki ga omejujejo naslednje krivulje: termična meja rotorja, termična meja statorja in termična meja zaradi zaključevanja neželenih magnetnih pretokov [5]. Na podlagi obratovalne točke in obratovalnega diagrama se določi kapaciteta jalove moči. Dejanska jalova moč pa je določena na podlagi statične karakteristike in izmerjene napetosti. Statična karakteristika, ki je bila uporabljena v tem primeru, je podana na sliki 8. Na podlagi obratovalnega diagrama sta določeni meji Q_{maks} in Q_{min} , ki ju generator prispeva v omrežje, ko je na njegovih sponkah bodisi napetost U_{min} oziroma U_{maks} . Če je napetost med mejama (tj. med U_{min} in U_{maks}), pa generator prispeva delež, ki je določen s karakteristiko. Lahko bi sicer napetost regulirali na stalno vrednost, vendar pa to ni bilo izvedeno, kajti če je napetost regulirana na podlagi karakteristike, vsak generator prispeva določen delež, poleg tega pa bi tovrstna regulacija povzročila nestabilno delovanje. Območje regulacije napetosti (tj. 0,96-1,04 pu) je sicer zoženo za 1 %, da se izognemo konfliktu z drugimi regulacijami.



Slika 8: Statična karakteristika SG

Na sliki 9 so prikazani napetostni poteki pri klasični regulaciji in regulaciji jalove moči. Sodelovanje SG sicer delno pomaga, saj se vrednosti napetosti zmanjšajo glede na stanje pri klasični regulaciji in s tem pripomorejo k lažji vzpostavitvi ustreznih napetostnih razmer. Največja vrednost napetosti je 1,060 p.u., in sicer je v TP Rinka, najmanjša pa je v TP Tirosek Zavolovšek, in sicer 0,964 p.u. Kljub sodelovanju sinhronskih generatorjev pa so napetosti v nekaterih merilnih točkah, to je v TP Rastke, TP Planina ter TP Grunti, zunaj predvidenih meja.

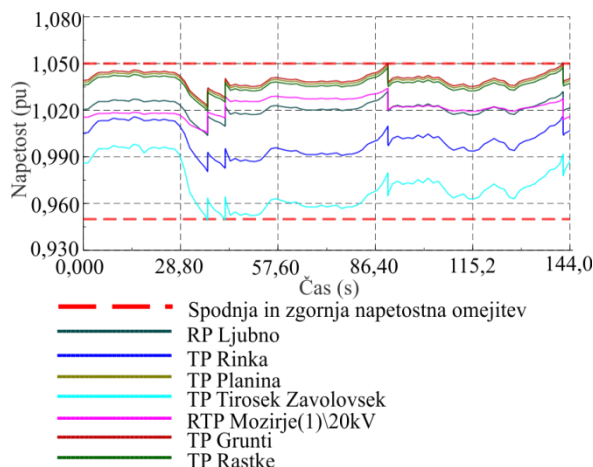


Slika 9: Napetosti v MT pri klasični regulaciji napetosti in regulaciji jalove moči

5.3 Centralna regulacija napetosti

Pri centralni regulaciji napetosti se meritve napetosti izvajajo v več točkah omrežja (glej sliko 4). Meritve vstopijo v regulacijski algoritem, ki sproti določa referenčno vrednost napetosti. Regulacijski algoritem te regulacije mora upoštevati, da ob preklopu nobena napetost ne preseže mejnih vrednosti.

Kot je razvidno s slike 10, so napetosti znotraj predvidenih meja (0,95-1,05 p.u.). Transformator pa potrebuje za ohranitev napetosti znotraj meja štiri preklope.

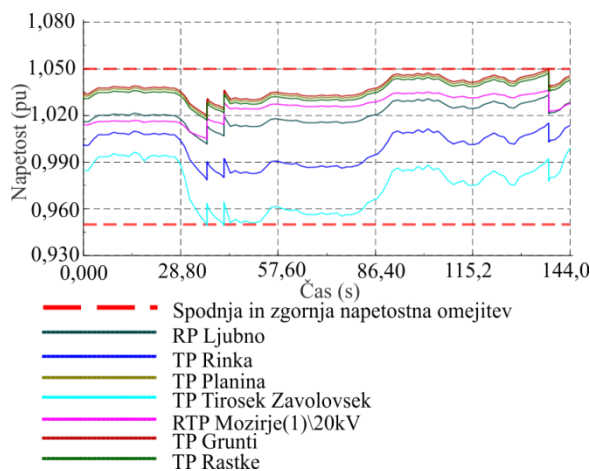


Slika 10: Napetosti v MT pri centralni regulaciji napetosti

5.4 Centralna regulacija in regulacija jalove moči

Čeprav so izvedene meritve napetosti na predvidenih kritičnih mestih v omrežju, lahko (zaradi obratovalnih razmer) pride do obratovalne situacije, ko ni mogoče ustrezno prestaviti odcepa transformatorja in ohraniti napetosti znotraj tolerančnega območja. Če pa pri regulaciji sodelujejo tudi SG z jalovo močjo, lahko zaradi prispevkov generatorjev zmanjšamo razpon napetosti in s tem povečamo fleksibilnost omrežja. Tudi pri centralni regulaciji lahko poleg transformatorja (RTP Mozirje) sodelujejo tudi SG, ki ves čas regulirajo napetosti v priključnih mestih. Bistvena razlika glede na centralno regulacijo je ta, da je razpon med minimalno in maksimalno napetostjo manjši.

Kot je razvidno s slike 11, so napetosti znotraj določenih meja. Ob morebitni priključitvi dodatnih generatorjev bi bila to najustreznejša regulacija napetosti. V nasprotju s centralno regulacijo transformator potrebuje za ohranitev napetosti znotraj meja tri preklope.



Slika 11: Napetosti v MT pri centralni regulaciji napetosti in regulaciji jalove moči

6 IZGUBE V OMREŽJU

Pri regulacijah, ki so bile opisane v prejšnjih poglavjih, se pretoki moči različno razporedijo, zato se spremenijo tudi izgube v omrežju. RV zmanjšujejo tokovne obremenitve vodov, kar se kaže v zmanjšanih izgubah v omrežju, toda ko je v omrežju velik delež RV, lahko ti tokovno bolj obremenijo vode in s tem povečajo izgube.

Izgube v omrežju lahko za vezje, ki je prikazano na sliki 2, pri čemer odmislimo razpršeni vir, ki je priključen, opišemo z enačbo:

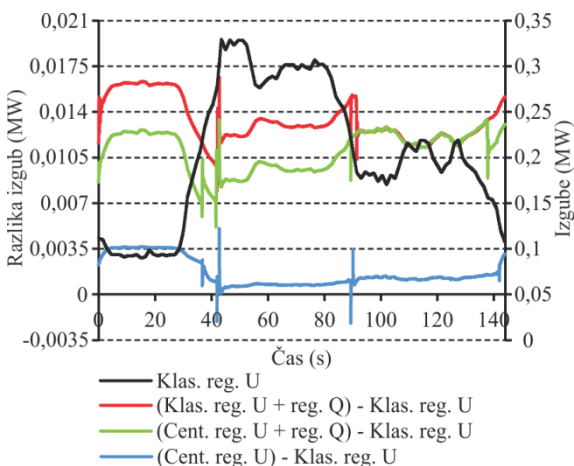
$$L = I^2 R = \frac{P_R^2 + Q_R^2}{U_R^2} R. \quad (7)$$

Če pa zapišemo izgube, za isto vezje ob upoštevanju generatorja dobimo naslednjo enačbo:

$$L = \frac{(P_B - P_{RV})^2 + (Q_B + Q_{RV})^2}{U_R^2} R. \quad (8)$$

Kot je bilo nakazano v prejšnjih poglavjih, lahko SG uporabimo za regulacijo napetosti. Napetost lahko sinhronski generatorji znižajo z absorbiranjem jalove moči, vendar če pogledamo enačbo (8), vidimo, da bo absorpcija jalove moči iz omrežja povečala izgube v omrežju.

V nadaljevanju so prikazane izgube v omrežju za klasično regulacijo napetosti in razlike med preostalimi regulacijami napetosti in klasično regulacijo (slika 12). Izgube pri klasični regulaciji za simulirano omrežje znašajo 4,925 MWh, za klasično regulacijo in regulacijo jalove moči 5,244 MWh, za centralno regulacijo napetosti 4,964 MWh in za centralno regulacijo napetosti ter regulacijo jalove moči virov 5,188 MWh. Izgube so pri posamezni regulaciji različne, saj se v odvisnosti od tipa regulacije spremenijo pretoki moči. Opazimo lahko, da so izgube pri regulacijah pri katerih sodelujejo SG, večje, kot pri tistih, pri katerih ne. Zaradi RV so napetosti v omrežju previsoke, generatorji, ki pa sodelujejo pri regulaciji napetosti, zaradi pretokov jalove moči povečajo izgube.



Slika 12: Izgube pri klasični regulaciji napetosti ter razlike drugih regulacijskih tipov glede na klasično regulacijo

7 SKLEP

Glede na čedalje globljo okoljsko ozaveščenost stopajo v ospredje obnovljivi viri električne energije. Povečevanje deleža RV pa spodbujajo tudi države z raznimi subvencijami, s katerimi želijo povečati delež RV v omrežju, kot tudi spodbuditi razvoj tehnologije na tem področju. Delež razpršenih virov v Sloveniji še ni zelo velik, toda v prihodnosti se bo najverjetneje povečeval in s tem bo treba nameniti pozornost parametrom kakovosti napetosti, ki se bodo ob tem spremenili. V omrežje priključeni viri bodo morali sodelovati pri regulaciji napetosti, prav tako pa bo treba natančneje določiti referenco transformatorjev SN/NN. Le z ustreznim pristopom k vodenju omrežja bo mogoče zagotavljati nemoteno delovanje.

LITERATURA

- [1] N. Jenkins, R. Allan, P. Crossley, D. Kirschen, G. Strbac, "Embedded generation", IEE, London, UK, 2000.
- [2] Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije – Priloga 5, SODO, 2011.
- [3] Značilnosti napetosti v javnih distribucijskih omrežjih, Slovenski standard SIST EN 50160, druga verzija, 2001.
- [4] I. Papič, B. Blažič, T. Pfažfar, Koncept aktivnega razdelilnega omrežja, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2010.
- [5] P. Kundur, "Power system stability and control", McGraw-Hill, New York, USA, 1994.

Blaž Uljanić je diplomiral leta 2009 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Trenutno je raziskovalec na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Njegovo raziskovalno področje zajema razpršene vire električne energije.

Tomaž Pfažfar je diplomiral leta 2004 in doktoriral leta 2009 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. V letih 2004–2009 je bil zaposlen kot raziskovalec na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani. V letu 2006 je kot raziskovalec gostoval na raziskovalnem inštitutu Arsenal Research na Dunaju v Avstriji. Trenutno je zaposlen kot tehnični direktor v podjetju Reinhausen 2e d.o.o., ki je odcepljeno podjetje Univerze v Ljubljani. Njegovo raziskovalno delo obsega področje kakovosti električne energije, kompenzacijskih naprav, razpršenih virov in aktivnih distribucijskih omrežij.

Igor Papič je diplomiral leta 1992, magistriral leta 1995 in doktoriral leta 1998 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. V letih 1994–1996 je bil na izpopolnjevanju na Siemensovem oddelku za prenos in razdelitev električne energije v Erlangnu v Nemčiji. V letu 2001 je bil gostujoči profesor na University of Manitoba v Winnipegu (Kanada). Od leta 2009 je redni profesor na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani. Njegova raziskovalna dejavnost vključuje aktivne kompenzatorje, naprave FACTS, kakovost električne energije in vključevanje razpršenih virov v omrežje.

Boštjan Blažič je diplomiral leta 2000, magistriral leta 2003 in doktoriral leta 2005 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, kjer je od leta 2007 zaposlen kot asistent. Poleg poučevanja njegovo delo zajema še raziskave na področju kakovosti električne energije, sodobnih kompenzacijskih naprav in razpršenih virov električne energije.