


Vpliv razpršenih virov na napetostni profil vzdolž distribucijskega omrežja

Pregled pametnih omrežij in regulacija napetosti

Jurij Jurše
Ljubljana, 3.2.2014



Vsebina

- Predpisane velikosti napetosti v distribucijskem omrežju
- Kriterij načrtovanja, zakaj **max 7,5 %** padec napetost v SNO
- Splošno o napetostnem profilu
- Napetostni profil brez upoštevana RV
- Napetostni profil z upoštevanjem RV
- Zaključek – ukrepi za izboljšanje napetostnega profila

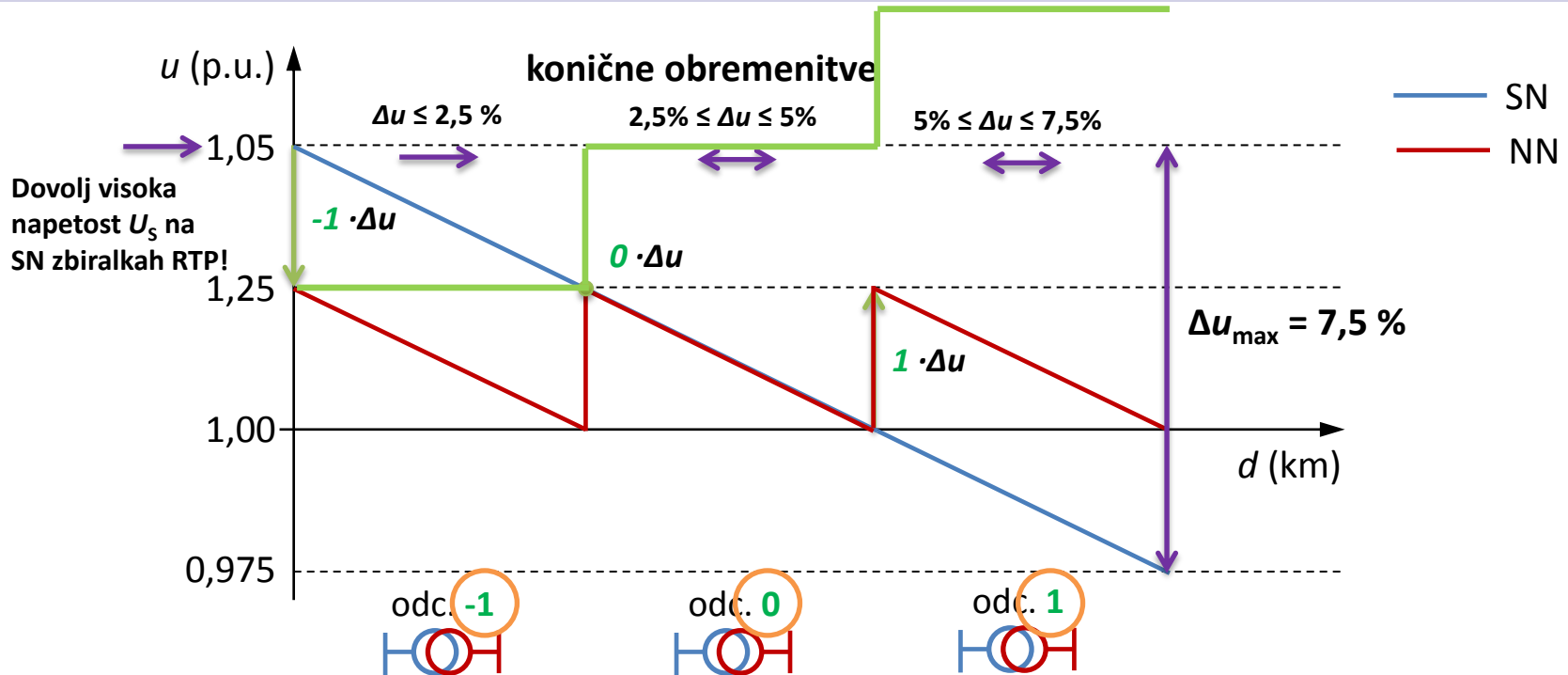
Predpisane velikosti napetosti v distribucijskem omrežju

- ❑ Odklon napetosti predpisan s standardom SIST EN 50160
 - Velikost napetosti: dovoljene meje $\pm 10\%$ od nazivne napetosti, ki morajo biti v zagotovljene vsaj 99 % (SNO) oz. 95 % (NNO) časa normalnega obratovalnega stanja omrežja.

- ❑ Kriterij načrtovanja dopuščajo 7,5% padce napetosti v SNO (konica)

- ❑ Ustrezne napetosti v omrežju se zagotovijo:
 - Ustrezna velikost napetosti na SN zbiralkah RTP (regulacija napetosti) z pravilno nastavitvijo odcepov na distribucijskih transformatorjih.
 - Ustrezna imepedanca omrežja (načrtovanje)
 - Obratovalna rezerva: kompenzacija padcev napetosti (LDC, Z komp.), vklop kompenzacijskih naprav (kompenzacijske baterije v RTP in večjih porabnikih).

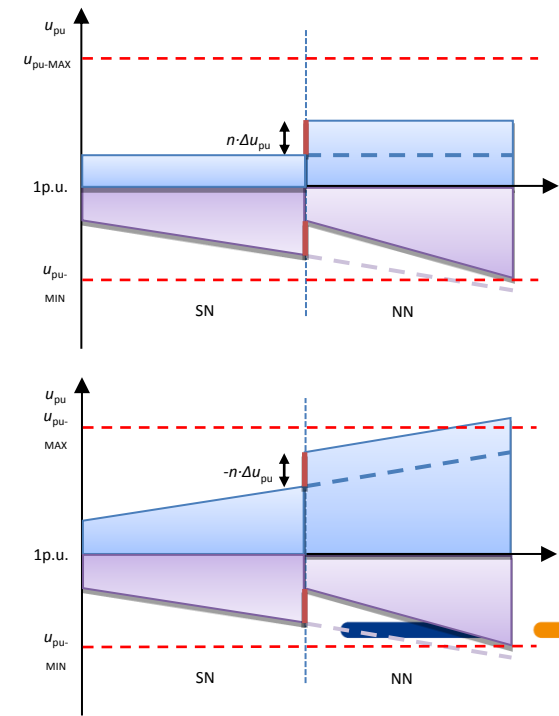
Kompenzacija padcev napetosti z nastavitvijo odceпов distribucijskih transformatorjev



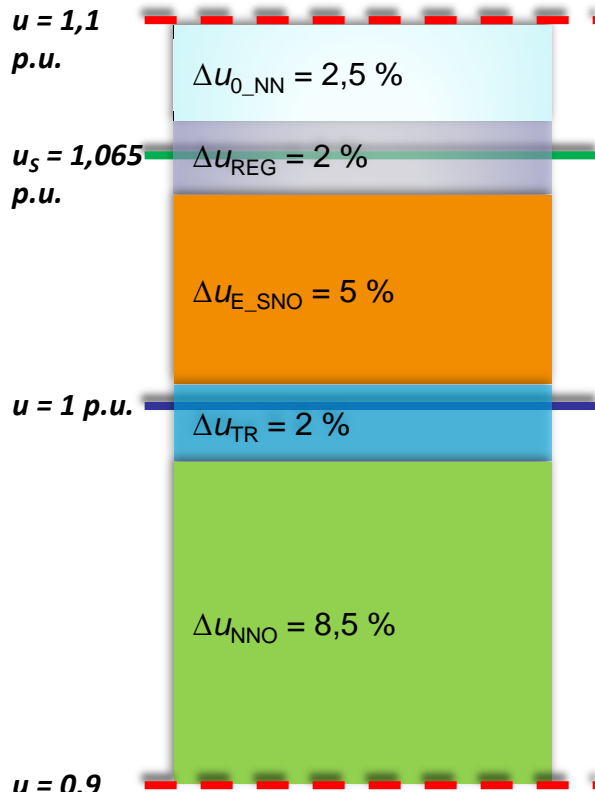
- Uporaba odceпов -1, 0, 1 z $\Delta u_{\text{odc}} = 2,5\%$ in ustrezna napetost U_S v RTP zagotavlja nazivno vrednost napetosti na NN zbiralkah TP v času maksimalnih obremenitev!
- Z večjo oddaljenostjo TP od RTP se povečujejo napetostna nihanja. V času minimalnih obremenitev lahko napetosti v NN omrežju poraste do vrednosti $U_S + 2,5\%$ (1,075 p.u.)

Napetostni profil in napetostni lijak

- ❑ Za obvladovanje U in načrtovanje omrežja so pomembna le stanja, ki določajo profil z **minimalnimi** in **maksimalnimi** napetostmi
 - *minimalni U profil*: konica porabe brez proizvodnje RV
 - *maksimalni U profil*: minimalna poraba z maksimalno proizvodnjo RV
- ❑ Mejna profila določata **napetostni lijak**
- ❑ Pred integracijo RV je porast napetosti povzročila znižana napetostna prestava z fiksno nastavitvijo odcepov na TR v (oddaljenih) TP (**nezveznost oz. lomljenje** napetostnega pollijaka)
- ❑ Z RV se področje pollijaka razširi v lijak. Obrnjeni pretoki moči povzročijo poraste U



Napetostni profil v distribucijskem omrežju brez RV



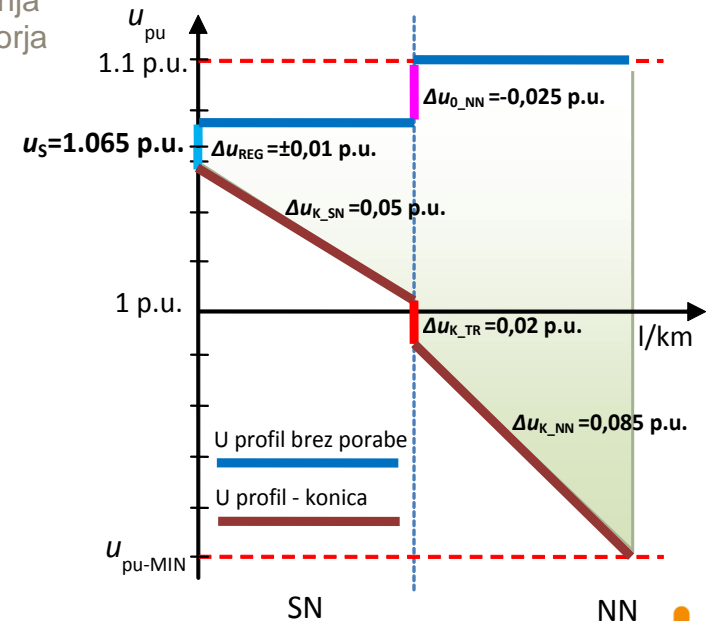
Porasti napetosti zaradi kompenzacije padcev napetosti v oddaljenih TP (TR z odcepom +1)

Sprememba napetosti zaradi delovanja avtomatskega napetostnega regulatorja

Efektiven padec napetosti v SNO

Padec napetosti na distribucijskem transformatorju v TP

Padec napetosti v NNO

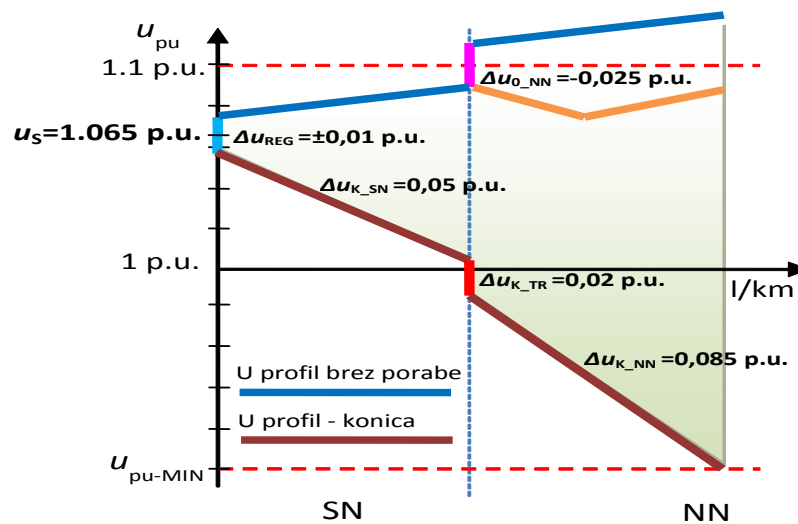


Večje padce v NNO se lahko zagotovi z LDC ali Z kompenzacijo padcev napetosti (t.i. kompaundacija)

Napetostni lijak je izrazito asimetričen (pollijak)

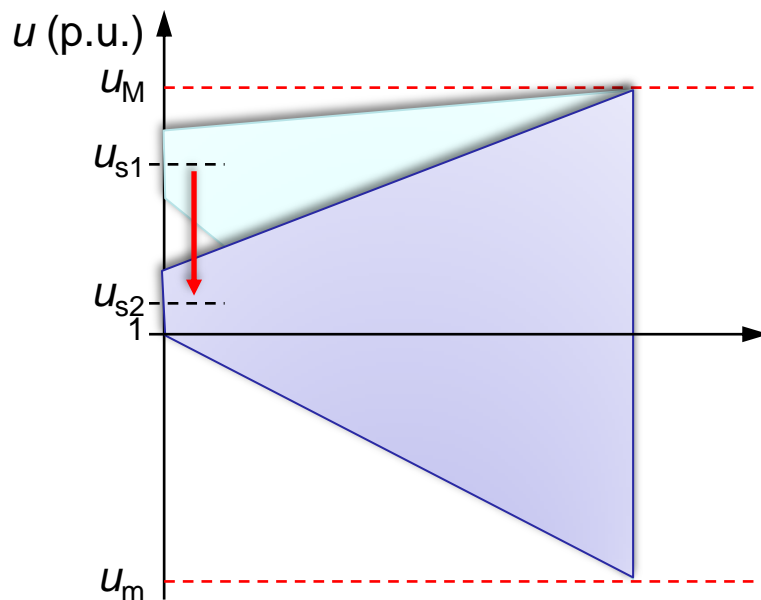
Napetostni profil v distribucijskem omrežju z RV

- Dvosmerni pretoki moči se odražajo v porastih napetosti – napetostni pollijak se razširi v ljjak



- Aktualen princip obratovanja le v majhni meri dopušča obrnjene smeri pretokov moči
- RV v NNO hitro povzročijo porast napetosti preko predpisane meje 1.1 p.u (sploh pri oddaljenih TP)
- V omrežju lahko zanesljivo obratujejo viri le tam, kjer se njihova proizvodnja pokrije z bližnjo porabo (oranžna krivulja) ali pa se ti nahajajo v bližini RTP.

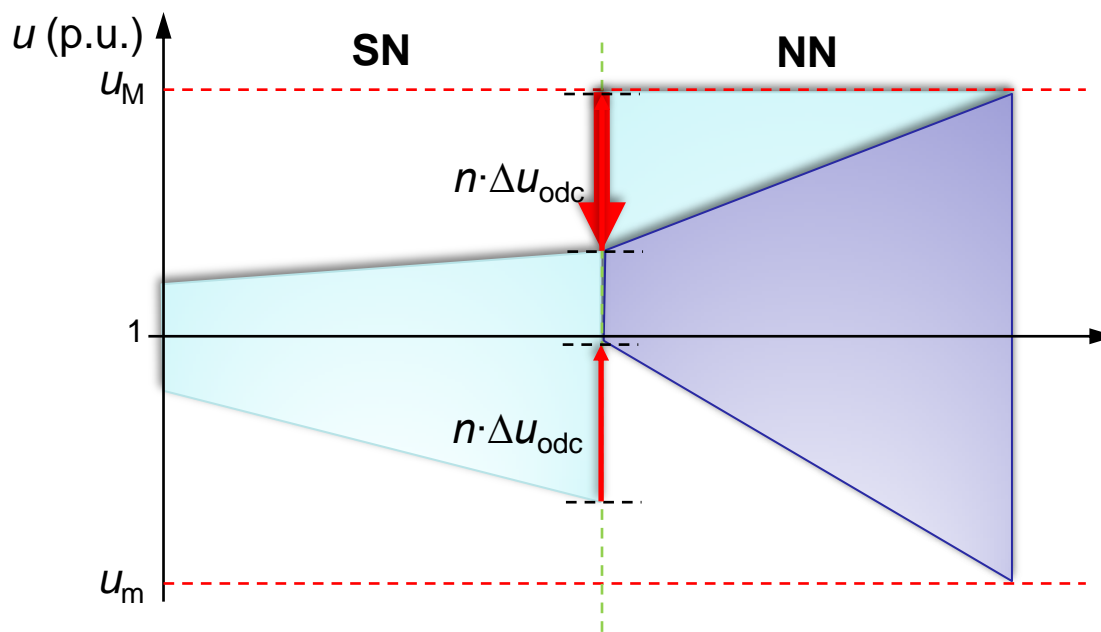
Koncept vzpostavitve boljše simetrije napetostnega lijaka



- približno simetrične vrednosti odklonov napetosti v SN omrežju
- na račun nižjih padcev napetost se lahko dopušča višje poraste napetosti
- zaradi nižjih padcev napetosti koncept zahteva dodatne ojačitve omrežja in (ali) njihovo kompenzacijo
- primeri ukrepov: približevanje U_s proti U_n na SN zbiralkah v RTP, »pametna kompaundacija«, razvoj omrežja



Koncept znižanja nezveznosti („stopničastosti“) napetostnega lijaka (manjši $n \cdot \Delta u_{\text{odc}}$)



- ❑ zaradi nižje stopnice (nezveznosti) se poveča območje dopustnih porastov
- ❑ dopustne meje padcev napetosti se lahko celo povečajo (distribucijski TR z avtomatsko regulacijo U)
- ❑ drugi ukrepi: znižanje reg. koraka med odcepi, TR z dvema sekundarnima napetostima.