

Diskusija na temu: Metode za optimalno planiranje SN razdjelnih mreža

OPTIMIRANJE SREDNJENAPONSKE MREŽE GRADA OSIJEKA

1. UVOD

Utjecaj i rezultati optimiranja u stvarnoj mreži prikazat će se na primjeru mreže 10 kV grada Osijeka s polaznim stanjem opterećenja iz 2001. godine koja su planirana s prosječnom stopom porasta od 3,5% godišnje do 2010. godine [1]. Na slici 1 prikazana je polazna mreža u kojoj se provode analize sadašnjih i budućih elektroenergetskih okolnosti. Pod polaznim stanjem podrazumijevaju se postignuta opterećenja iz 2001. godine i elektroenergetski objekti 10 kV koji su postojali koncem 2001. godine. Na slici 1 prikazano je normalno uklopno stanje mreže koje je definirano u dispečerskom centru.

Na temelju izmjerenih opterećenja, fizičkih parametara kableske i zračne mreže i nazivnih podataka o energetskim transformatorima 35/10 kV i 10/0,4 kV izračunati su, na elektroničkom računalu [3], padovi napona u svim promatranim čvorištima i strujna opterećenja u svakoj grani.

U takvoj mreži definira se normalno pogonsko stanje – «n» stanje, s dva uklopna stanja:

1. postojeće uklopno stanje definirano od strane dispečera.
2. optimalno uklopno stanje dobiveno optimiranjem postojećeg uklopnog stanja.

Polazna ograničenja pri analizi normalnog pogonskog stanja su:

- dopušteno opterećenje vodova i kabela je 100%
- faktor opteretivosti transformatora $f_0=0,75$ ($S_{dop} = 2 \times 8 \times 0,75 = 12 \text{ MVA}$)
- dopušteni pad napona u iznosi 8%
- u području gdje su prekoračena polazna ograničenja nastupa ograničenje isporuke.

U uvjetima nenormalnog pogonskog stanja, kada nastaje prisilni zastoj - «n-1» stanje, polazna ograničenja su:

- dopušteno opterećenje vodova i kabela je 100%
- faktor opteretivosti transformatora $f_0=1$ ($S_{dop} = 2 \times 8 \times 1 = 16 \text{ MVA}$)
- dopušteni pad napona u (n-1) pogonskom stanju iznosi 12%.

Značenje optimiranja mreže u «n-1» stanju veliko je sa stajališta stalnosti opskrbe i kvalitete opskrbe.

Naponi čvorišta i opterećenja grana označeni su slijedećim bojama:

Pad napona u čvorištu		Opterećenje grane (voda)
Crna	do 6% U_n	do 70% S_n
Plava	od 6-7% U_n	od 70-90% S_n
Ljubičasta	od 7-8% U_n	od 90-100% S_n
Crvena	preko 8% U_n	preko 100% S_n

2. REZULTATI OPTIMIRANJA

2.1 Postupak optimiranja

D 4.03

Mreža se promatra u normalnom uklopnom stanju - «n» stanje i stanju zastoja - «n-1» stanje. U oba stanja provodi se optimiranje mreže i utvrđuju kritični: čvorišta s nedopušteno niskim naponom i preopterećene grane. Pri optimalnom uklopnom stanju broj kritičnih čvorišta i grana uvijek je manji, nego u normalnom stanju.

Proračunavanje se provodi za svaku godinu unaprijed definiranog budućeg razdoblja. Ako se u nekoj godini pojavi kritično mjesto (čvorište, grana ili transformator) tada se pokušava optimiranjem uklopnog stanja preraspodjeliti opterećenje tako da se primjenjuju kriteriji najmanjih gubitaka i najnižih padova napona.

Ako nakon optimiranja neko mjesto ostane ili postane kritično definira se izgradnja nove mreže i/ili transformatorske stanice da bi se otklonilo to kritično mjesto. Novi objekt ulazi u pogon u godini kad se pojavljuje kritično mjesto i mora biti dimenzioniran i lociran da to kritično mjesto više ne bude kritično.

Kakav je to novi objekt, njegova nazivna svojstva, lokacija i uklapanje u postojeći sustav treba odrediti inženjer i pri tome sam odlučiti, na temelju više raspoloživih varijanti i njihovog proračuna, koje rješenje uz najniže troškove ulaganja, postaje dugoročno i najbolje služi sustavu u «n» i «n-1» stanju.

Novi objekt uvažava se u budućnosti od one godine kad je ušao u pogon.

Opterećenja čvorišta promatraju se najčešće «statički» što znači da se usvako godini opterećenje svakog čvorišta povećava istom stopom porasta. Postoji mogućnost promjene opterećenja uz promjenjivu stopu rasta tamo gdje se ono može točno predvidjeti, kao i promjene opterećenja svakog čvorišta po «step» funkciji što je svojstveno pojavi industrijskih potrošača. Da bi se dobila što realnija slika izgradnje novih objekata, radi uklanjanje kritičnih mjesta, opterećenja i analiza mreže trebaju se ažurirati svake godine i potom u slijedu uzastopnog pojavljivanja kritičnih mjesta, potvrđivati vjerodostojnost kritičnog mjesta.

U ovom segmentu u budućnosti je moguće očekivati, u gradskim srednjenaponskim mrežama, izgradnju otvorenih sustava praćenja mreže, on-line mjerenja i proračun te češću promjenu uklopnog stanja radi smanjenja gubitaka.

2.2 Normalno pogonsko stanje

Rezultati proračuna mreže 10 kV grada Osijeka odnose se na normalno pogonsko stanje u kojemu se ne događaju kvarovi pa nema niti prisilnih zastoja.

1. Sadašnje i optimalno uklopno stanje mreže 2001. godine karakteriziraju naponske i strujne okolnosti u granicama zadanih kriterija. Ukupni gubici u mreži 10 kV i transformaciji 35/10 kV Osijeka iznose 1.191 kW ili 1,6% te 1.020 kW ili 1,33% respektivno. U slučaju optimiranja gubici su manji oko 14 %.

2. U sadašnjem uklopnom stanju mreže 2010. pojavljuje se strujno preopterećenje jednog transformatora u TS Retfala, TS Osijek 2, TS D. Grad i TS Istok, te kabela IPO 50 mm² između KTS 4 i KTS 20. Pri optimalnom uklopnom stanju preopterećen je samo transformator u TS Istok. U slučaju optimiranja gubici su manji oko 15 %. U gradskoj mreži naponske okolnosti su povoljne, jer najveći pad napona ne prelazi 8% niti u «n-1» stanju u krajnjoj 2010-oj godini promatranog razdoblja.

U tablici 1 prikazan je utjecaj optimiranja na smanjenje gubitaka. Nakon ulaska u pogon TS Osijek 4 u 2005. godini ukupni gubici su povećani, jer je došlo do proširenja mreže i novih transformatora 110/10 kV. No kako su pouzdana opskrba potrošača kvalitetnom električnom energijom, uz primjenu kriterija kod normalnog i izvanrednog pogona važniji, to je i činjenica povećanih gubitaka, u radi novog elektroenergetskog objekta neizbježna.

	<u>Gubici (kW)</u>										Tablica 1
Godina	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	
Sadašnje uklopno stanje	1191	1297	1384	1553	1885	2004	2125	2257	2399	2496	
Optimalno uklopno stanje	1021	1118	1192	1283	1582	1666	1756	1864	1973	2083	

2.3 Stanje zastoja – «(n-1)»

Spektar zastoja koji se mogu dogoditi u nekoj mreži vrlo je raznovrstan. Svi zastoji ne utječu jednako na pouzdanost opskrbe potrošača. Najneugodniji su tzv. «bliski zastoji», što znači da su u najnepovoljnijim okolnostima oni dijelovi mreže u čijoj je neposrednoj blizini nastao zastoj. Udaljeniji dijelovi mreže manje su osjetljivi na takav zastoj obzirom da je raspoloživ veći broj alternativa i zalihosnih komponenti u mreži. Promatrajući sam izvod najnepovoljnije mjesto zastoja je prva dionica tj. grana između napojne transformatorske stanice i prve transformatorske stanice 10/0,4 kV.

Analiziraju se slijedeći zastoji:

- Zastoj transformatora 110/x kV
- Zastoj transformatora 35/10 kV
- Zastoj izvoda 10 kV - prva dionica
- Zastoj izvoda 10 kV iz TS 110/10 kV Osijek 3 do rasklopišta 10 kV
- Zastoj karakteristične dionice u mreži 10 kV

U stanju prisilnog zastoja dolazi do znatnijeg povećanja kritičnih mjesta u mreži, unatoč tomu što su polazna ograničenja povoljnija, nego u normalnom pogonu. Sukcesivnim pojavljivanjem zastoja na jedinicama u mreži utvrđuju se sva kritična mjesta, odnosno kritični zastoji za svaku godinu u promatranom razdoblju.

Povećani broj kritičnih mjesta, već u polaznim godinama, ukazuje na potrebitost izgradnje mreže. Zato je u takvim okolnostima veliko značenje optimiranja raspoloživog - ispravnog dijela sustava, jer se optimiranjem preraspodjeljuju opterećenja po zadanim ograničenjima, s ciljem opskrbe svih potrošača, ili da ih je što manje bez opskrbe električnom energijom.

Ako nakon optimiranja neka grane ili transformator ostane preopterećen te ako je u nekom čvorištu previsok pad napona tek tada se takvo mjesto može smatrati kritičnim. To je indikacija potrebe izgradnje novog ili rekonstrukcije postojećeg objekta. Broj kritičnih mjesta nakon optimiranja mora biti manji nego prije optimiranja.

U stanju prisilnog zastoja gubici su povećani u odnosu na normalno stanje i to onoliko dugo, koliko traje zastoj. No, optimiranjem se postiže da su oni i u tim uvjetima najmanji.

2.4 Ostala praktična zapazanja u postupku optimiranja

Gradskim transformatorskim stanicama 10/0,4 kV treba biti omogućeno dvostrano ili rjeđe dvostruko napajanje. U postojećoj mreži 10 kV užeg centra grada nalaze se transformatorske stanice 10/0,4 kV koje su radialno napajane pa je pouzdanost opskrbe potrošača vrlo mala. Jednostrano napajane, prigradske transformatorske stanice 10/0,4 kV, koje napajaju manji broj prigradskih potrošača, nije isplativo planirati s dvostranim napajanjem pod svaku cijenu.

Dvostrano napajanje industrijskih potrošača ostvarivo je uz novčana ulaganja samih potrošača.

U mreži 10 kV Osijeka nalazi se oko 12% transformatorskih stanica 10/0,4 kV koje imaju više od tri izvoda u raspletu 10 kV - t.j. četiri ili više izvoda. Npr. u središnjem dijelu grada ukupno je devet takvih transformatorskih stanica, s 36 izvoda 10 kV, od čega je 21 u funkciji razdiobe energije, a 15 u rezervnoj funkciji. Neki od izvoda nije u funkciji niti u stanju zastoja pa postoji kao «vječita» pričuva. Vidi se da je nepotrebno opremljeno 9 vodnih polja 10 kV.

Neke transformatorske stanice (npr. KTS 1 ili KTS 18) nije moguće, bez većih novčanih ulaganja, svesti na tri vodna polja, jer su izvedene tako da predstavljaju produljene sabirnice transformatorskih stanica 35/10 kV pa se zahvat «raspetljavanja» treba provesti kad se stvore za to isplativi uvjeti.

Unatoč činjenici starosti nekih kabela 10 kV u mreži, oni će se rabiti, u primarnoj ili pričuвної funkciji, dok ne postanu kritična mjesta pa se rekonstruiraju te dok se ne zamjene radi proteka životnog vijeka, iz sigurnosno-pouzdanosnih razloga.

Pokazuje se potreba za slobodnim vodnim poljima 10 kV u TS 35/10 kV i rasklopištima 10 kV. Npr. rasklopište R V nema slobodnih vodnih polja 10 kV, jer su tri vodna polja potrošena za napajanje pet transformatorskih stanica 10 kV od kojih su četiri radialno napajane, a peta više ne postoji.

3. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

1. Optimiranje se provodi promjenom uklopnog stanja mreže i transformatora. Preduvjeti za ostvarenje optimalnog uklopnog stanja su raspoloživi podaci o opterećenjima i zastojima, fizički podaci o mreži i postrojenjima, proračunavanje na elektroničkom računalu te sklopna oprema u mreži i postrojenju - ručno ili daljinski upravljana.

D 4.03

2. Optimiranje mreže sastoji se u preraspodjeli opterećenja između pojedinih izvoda, ili transformatora te uključanjem ili isključanjem transformatora u mrežama gdje postoji mogućnost dvostranog napajanja. Pod optimiranjem se smatra i utvrđivanje opravdanosti povezivanja dvije transformatorske stanice putem izgradnje novog voda ili kabela.

3. Kriteriji optimiranja su najmanji gubici u granama i najmanji padovi napona u čvorištima.

4. Preraspodjela opterećenja se provodi u krajnjim točkama s jednog izvoda na drugi, ili nešto prije – na poprečnim - spojnim vezama između dva izvoda. Na preraspodjelu utječu i transformatori sa svojim impedancijama i gubicima.

5. Rezultati optimiranja su optimalna raspodjela opterećenja u granama, odnosno najveća iskoristivost postojeće mreže i transformacije s definiranim zahvatima na sklopnoj opremi. Optimiranjem se rasterećuju preopterećene grane, čime se izbjegava neopravdano ulaganje u rekonstrukcije ili nove objekte. Optimiranjem u «n» i «n-1» stanju utvrđuju se kritična mjesta te potrebni zahvati i njihova dinamika s ciljem uklanjanja kritičnih mjesta.

Pod rezultatima optimiranja smatra se i određivanje mjesta na kojima mora postojati sklopna oprema za uspostavu optimalnog uklopnog stanja.

6. Optimiranjem se povećava vjerojatnost održanja opskrbe kvalitetnom električnom energijom i onih potrošača kod kojih, u slučaju nastanka zastoja u neoptimiranoj mreži, električna energija nije kvalitetna.

7. Optimiranje je pretpostavka za uspješan management.

Optimiranje je nužno za inženjere planere, radi utvrđivanja potreba izgradnje objekata, isplativosti i prioriteta izgradnje te dinamike izgradnje.

Optimiranje je praktično za vođenje pogona u dispečerskim centrima, jer se utvrđuje optimalan pogon mreže za različite scenarije pogonskih događaja.

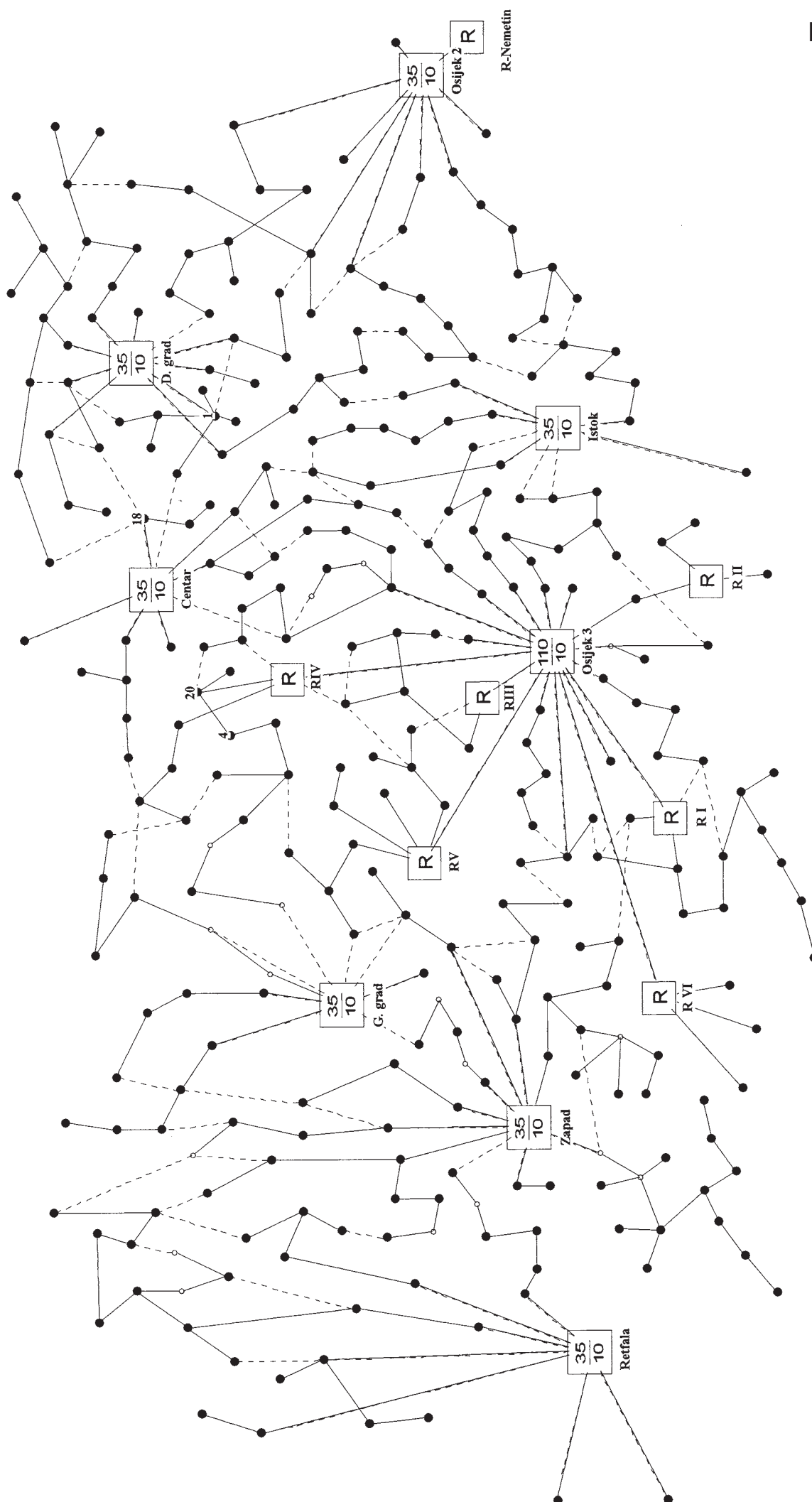
Teorijski, je moguće zamišljati i on-line proračune i optimiranje u ritmu promjene opterećenja te primjerice istraživati optimalno dnevno i mjesečno uklopno stanje, koje operativno rezultira optimalnim zimskim i ljetnjim uklopnim stanjem i sl.

4. LITERATURA

[1] D. Pečvarac: Elektroenergetska analiza mreže grada Osijeka do 2010. godine – 1, 2, i 3. dio, Studija HEP «Elektroslavonija» Osijek 2001.

[2] D. Pečvarac: Elektroenergetska problematika industrijske zone Osijek - Nemetin, Razrada Elektroslavonija Osijek 1980.

[3] Programski paket PRAO.



Slika 1 Srednjenaponska mreža Osijeka