

Danijel Habijan, dipl.ing.el.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Koprivnica
danijel.habijan@hep.hr

Goran Pakasin, dipl.ing.el.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Koprivnica
goran.pakasin@hep.hr

Tomislav Sinjeri, dipl.ing.el.
HEP – ODS d.o.o., Elektra Koprivnica
tomislav.sinjeri@hep.hr

PRIKLJUČAK MALE GEOTERMALNE ELEKTRANE „KUTNJAK“ NA DISTRIBUCIJSKU MREŽU ELEKTRE KOPRIVNICA

SAŽETAK

Tema referata obrađuje problematiku te rješenja kod spajanja malih elektrana na 10(20)kV mrežu. Kao stvaran primjer uzet je pilot projekt geotermalne elektrane Kutnjak koja će se nalaziti na području Elektre Koprivnica. Proračuni kao i prikaz topologije mreže izračunati su i prikazani u programu Neplan. Sam rad je nastao kao diplomski rad na Fakultetu elektrotehnike i računalstva.

Referat je podijeljen u 3 djela tj. stadija izgradnje elektrane, sa tri agregata do punih 10,5 MW proizvodne električne energije. Problemi koji su se javljali je višak energije u noćnim satima koju je bilo potrebno evakuirati preko 10 kV mreže, pri čemu se javljaju znatni gubitci, međutim određenim tehničkim rješenjima oni su uvelike umanjeni. Proračun tokova snaga, kratkog spoja, optimalnog mjesta prekida mreže su prikazani grafički. Također dane su na uvid i optimalne topologije mreža kod kojih su gubitci najmanji i to za svaki od stadija izgradnje same elektrane. Kod proračuna su korišteni i dijagrami opterećenja za karakteristične potrošače. Iz tih dijagrama su dobiveni gubici i tokovi snaga, padovi napona po danima i satima za odabran vremenski period.

Cljučne riječi: mala elektrana, uklopno stanje, gubitci, tokovi snaga

CONNECTION OF THE SMALL GEOTHERMAL POWER PLANT "KUTNJAK" TO THE DISTRIBUTION NETWORK OF ELEKTRA KOPRIVNICA

SUMMARY

The main subject of this work are issues and solutions regarding connecting small power plants in 10(20)kV network. As a real example a pilot project of "Geothermal plant Kutnjak" that will be located within Elektra Koprivnica jurisdiction is taken. Calculation and network topology were made and presented using program NEPLAN. These work was created at Faculty of Electrical Engineering and Computing, as a graduate work.

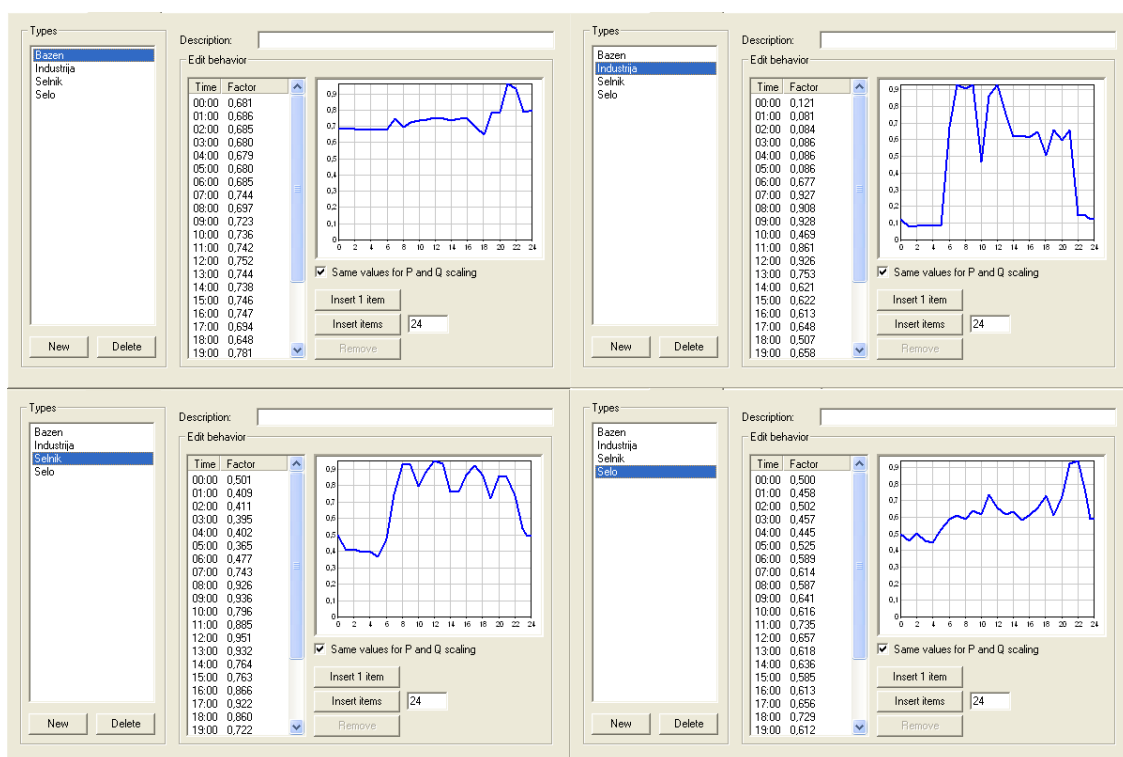
The report is divided into 3 stages, with 3 generators to the full electricity production of 10,5 MW. Main problems were excess energy at night that needed to be evacuated through 10 kV network, with significant network losses. However, using certain technical solutions, they are reduced. Power flow calculation, short circuit and optimal separation point are shown graphically. Optimal network topology in which losses are minimal for each stage of building the plant is also made. Load profiles were used in calculations for specific consumers. From these diagrams losses and power flows are obtained, as well as voltage falls in the days and hours for selected period of time.

Key words: small plants, optimal network topology, losses, power flow

Ova tri pravca daju mnoge mogućnosti spajanja planirane 10 kV mreže. Pitanju na koji bi, od ova tri pravca, bilo optimalno spojiti elektranu biti će kasnije u radu posvećena veća pažnja.

Postojeća 35 kV mreža uglavnom je izgrađena od nadzemnih vodova tipa: Al/Fe 3x120 mm², dok je postojeća 10 kV mreža također nadzemnog karaktera, tipičnih vodiča: Al/Fe 3x50 mm². Nasuprot postojećoj mreži, planirana mreža je kabelskog tipa: XHE 49-A 3x185/25 mm².

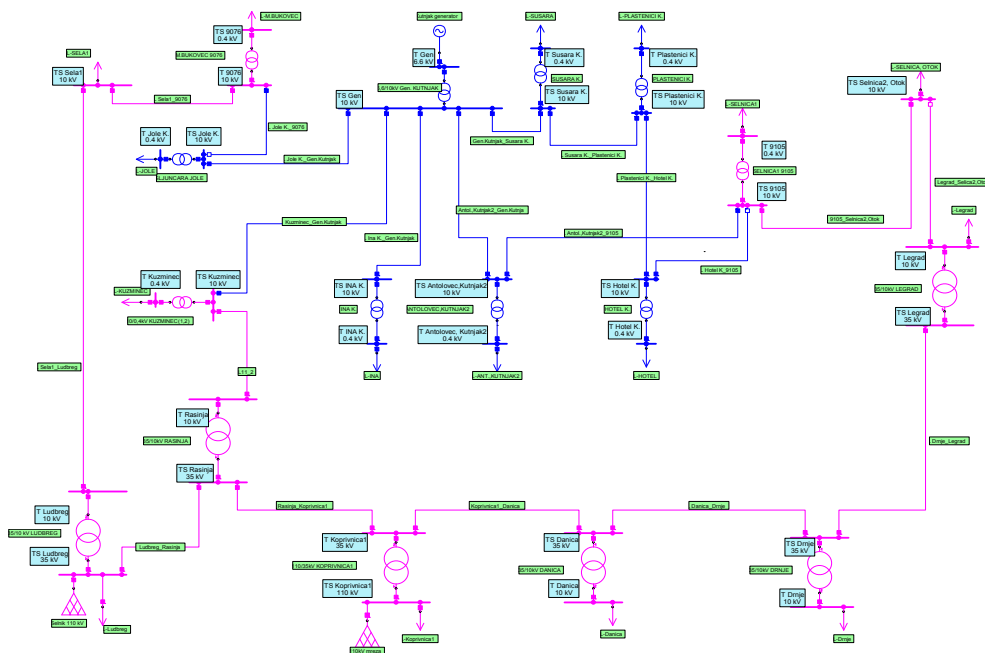
Valja napomenuti da je u ovom radu izvršen proračun tokova snaga korištenjem dnevnih dijagrama opterećenja, koje omogućava program NEPLAN. Kod ove analize korišteni su tipični podaci o opterećenju za određenu grupu potrošača (selo industrija, bazen). Krivulje opterećenja tih potrošača prikazane su u slici 2. Te krivulje dobivene su stvarnim mjerenjem dnevnog dijagrama opterećenja za karakterističan dan (srijedu). Time dobivamo rezultate koji su slični stvarnim rezultatima. Na ovaj način je riješen problem maksimalne i minimalne proizvodnje elektrane i potrošnje konzuma. GTE Kutnjak radi kao bazna elektrana pa samim time radi uvijek sa maksimalnom proizvodnjom. S druge strane potrošači imaju jedan određen raspon potrošnje koji je definiran sa dijagramima opterećenja od neke maksimalne potrošnje koja se javlja u dnevnim satima do minimalne koja se sa druge strane javlja po noći. Također treba napomenuti da je program NEPLAN funkcijom „Load flow with load profiles“ omogućio i praćenje padova napona, gubitaka i tokova snaga po minutama ili satima unutar odabranog dana.



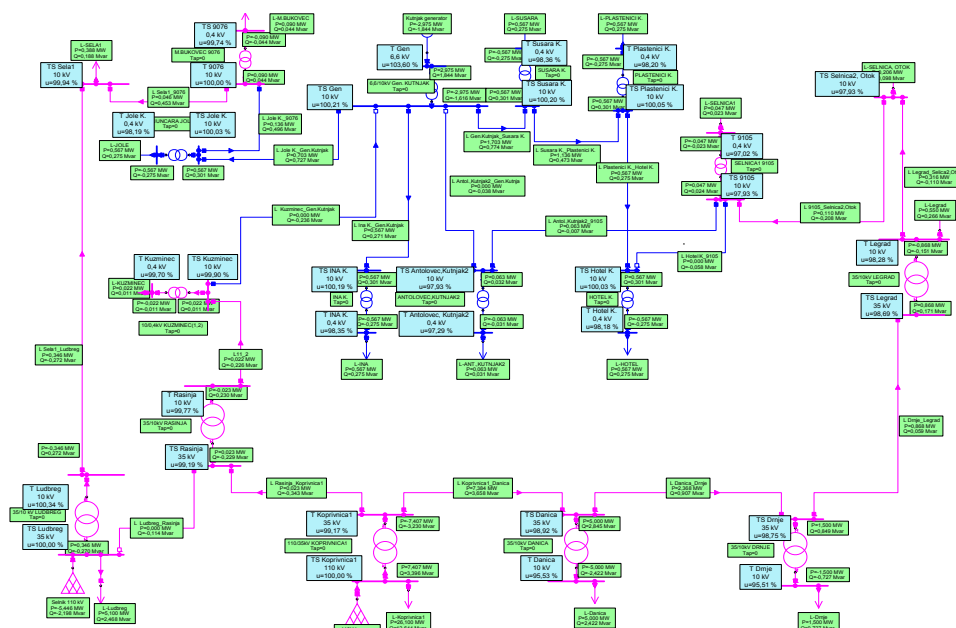
Slika 2. Tipične krivulje potrošnje

1.2. Proračun tokova snaga i kratkog spoja postojeće 10 kV i 35 kV mreže

Za izračunavanje tokova snaga postojeće 10 kV i 35 kV mreže koristili smo metodu Newton Raphson s maksimalnim brojem od 50 iteracija. Koristeći program Neplan i njegovu funkciju Load Flow dobili smo sljedeće rezultate. Kao referentne točke uzete su TS 110kV/35kV Koprivnica 1 i Selnik.



Slika 4. Optimalno mjesto prekida mreže

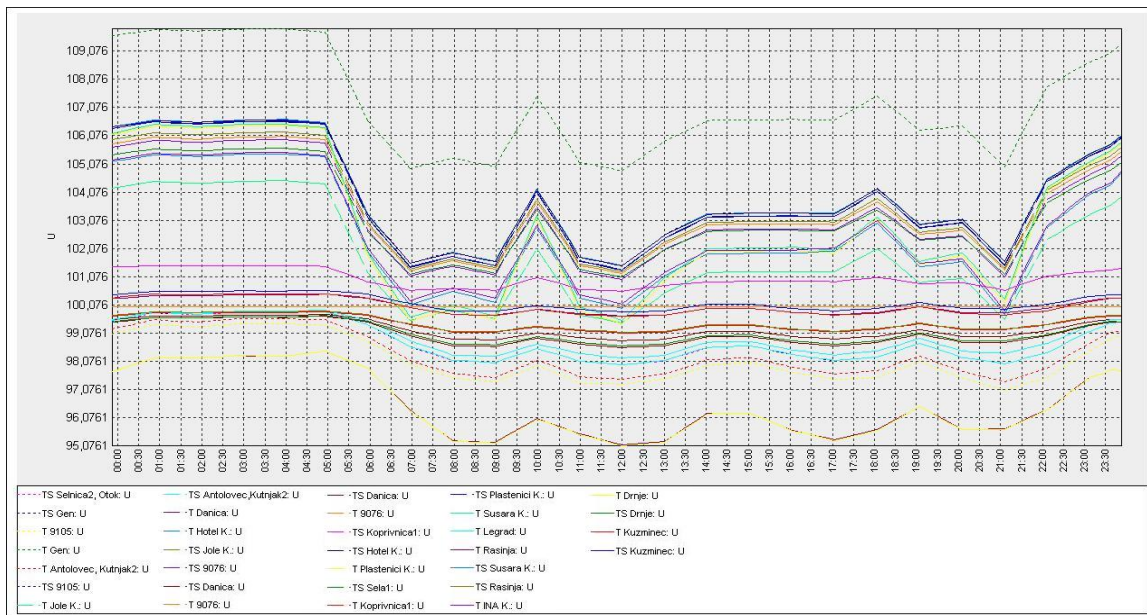


Slika 5. Proračun tokova snaga I faze spajanje elektrane Kutnjak

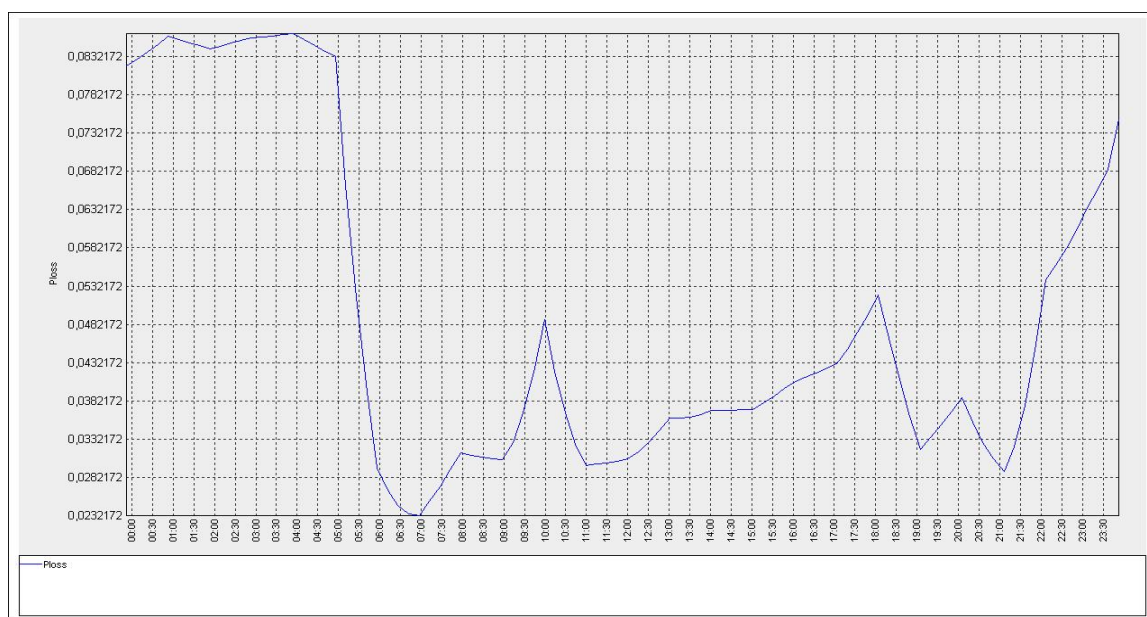
Nakon spajanja Slika 5. prvog agregata te izvršenog proračuna tokova snaga dobiveni su tipični rezultati. Energija koja se proizvodi u elektrani skoro se u potpunosti troši na pripadnim novoizgrađenim sadržajima oko same elektrane pri čemu se misli na hotel, plastenike.... Pad napona je u granicama tolerancije po mrežnim pravilima, pa prva faza ne utječe negativno na promatrano stanje, već naprotiv predstavlja pravu čvrstu točku mreže i pogoduje naponskim prilika u promatranoj mreži.

Rezultati proračuna „Load flow with load profiles“, prikazani na slijedećim slikama dovode do zaključka da do povišenja napona dolazi u noćnim satima od 23:00 do 05:00 sati kada je potražnja za energijom smanjena, pa se energija treba evakuirati dublje u mrežu od same elektrane. Zbog toga napon poraste do najviše 107% nazivne veličine. Što se tiče dijagrama gubitaka primjećujemo da su gubici povećani proporcionalno sa naponom kada je smanjena potražnja za energijom i iznose sa uključenom elektranom oko 0,084 MVA dok sa isključenom elektranom iznose 0,027 MVA, što ne predstavlja neke

goleme gubitke. Iz ovo slijedi da prva faza izgradnje elektrane Kutnjak pozitivno utječe na elektro energetska mrežu na koju se sama spaja.



Slika 6. Prikaz postotne vrijednosti napona u vremenskom periodu od jednog dana, I faza



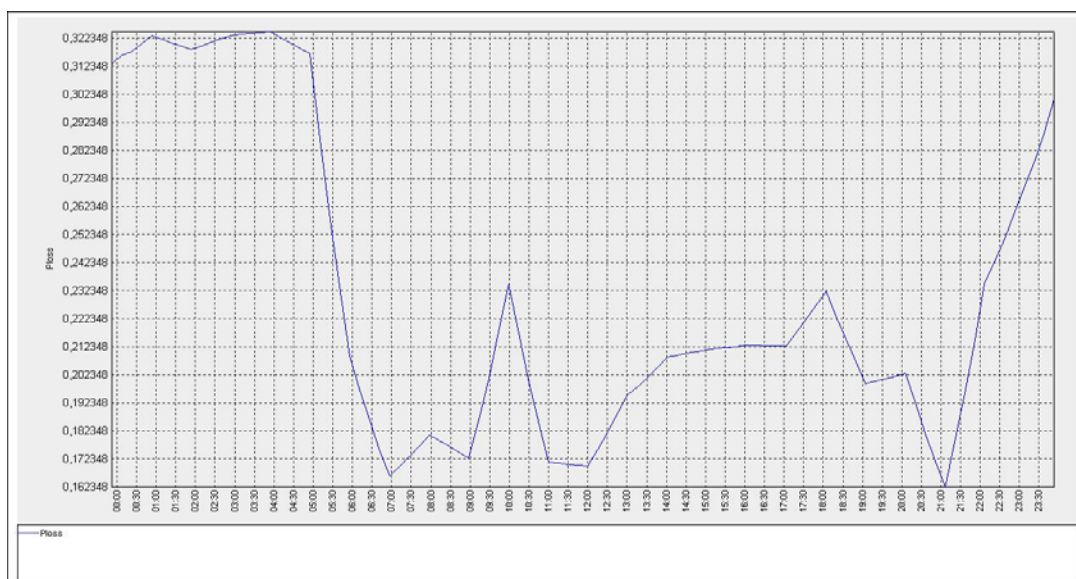
Slika 7. Prikaz gubitaka u vremenskom periodu od jednog dana, I faza

3. II FAZA

U drugoj fazi instalirana snaga elektrane iznosi 7MVA što je dobiveno spajanjem drugog agregata podjednake specifikacije kao i prvi. Nakon proračuna optimalnog pogonskog stanja i tokova snaga dobiveni su slijedeći rezultati.



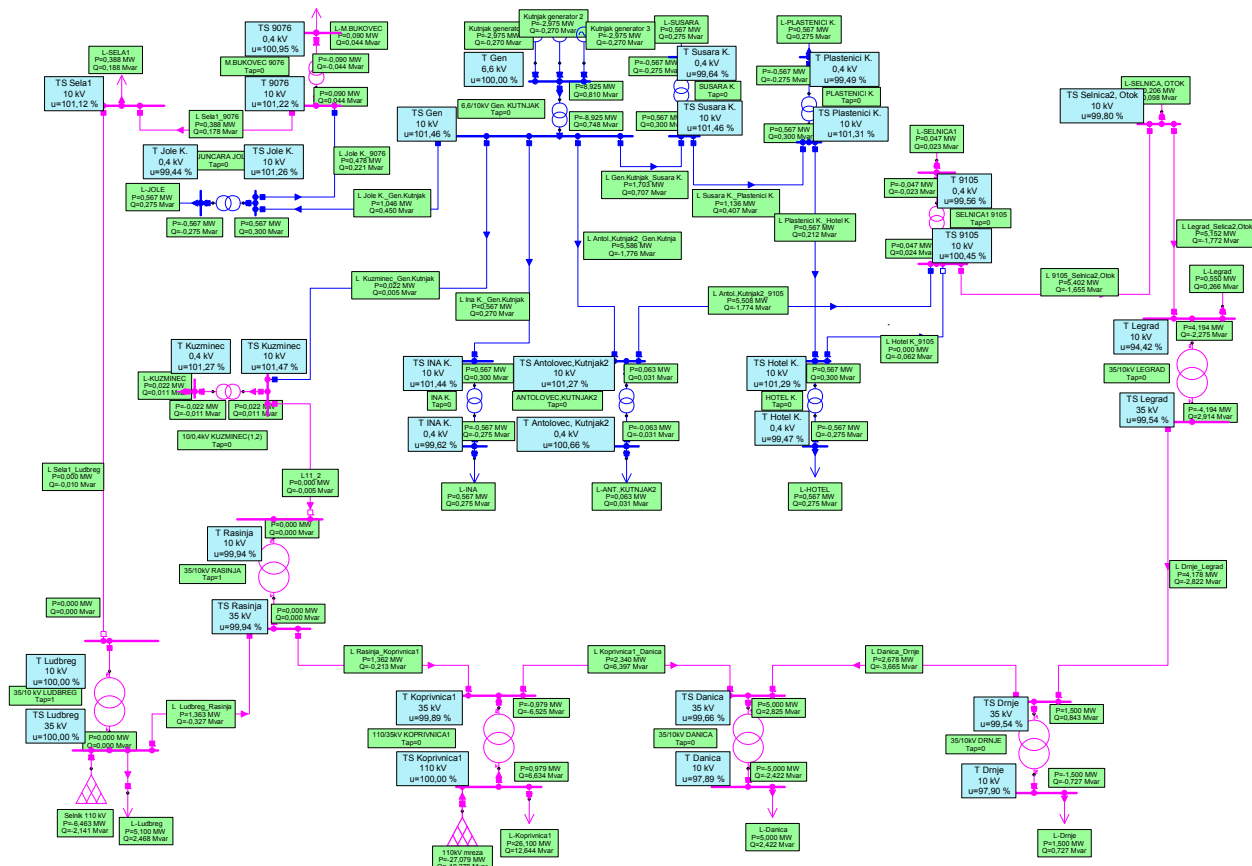
Slika 9. Prikaz postotne vrijednosti napona u vremenskom periodu od jednog dana, II faza



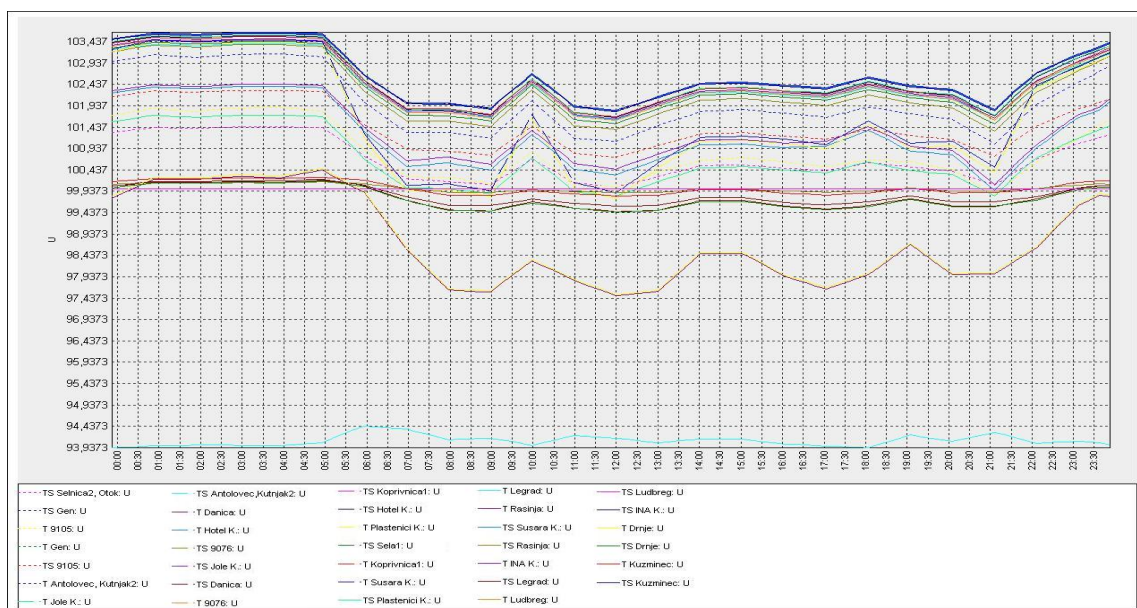
Slika 10. Prikaz gubitaka u vremenskom periodu od jednog dana, II faza

4. III FAZA

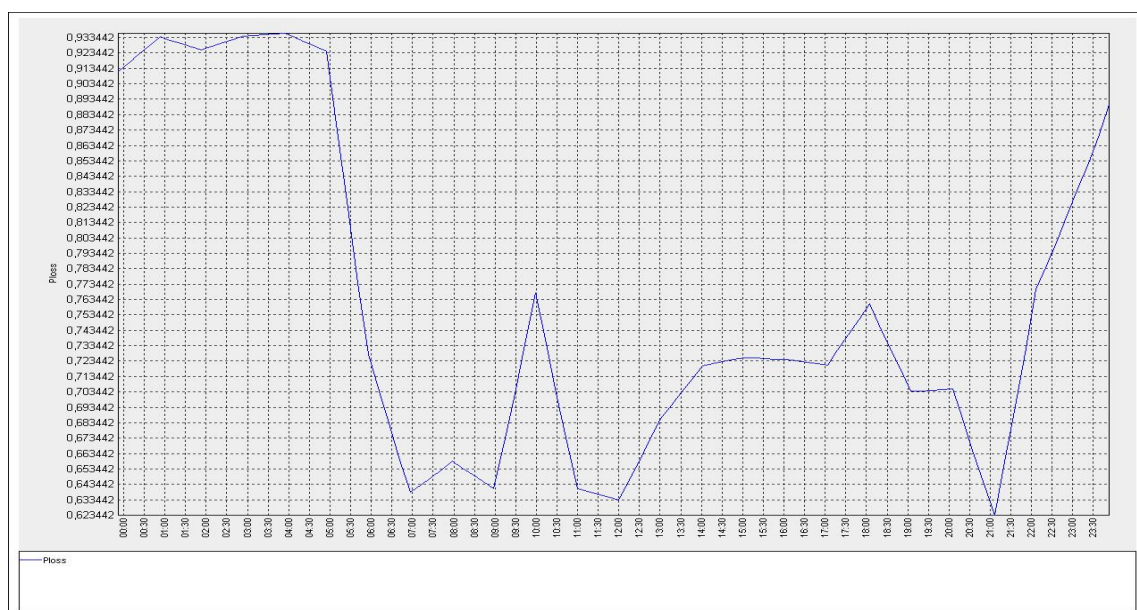
U trećoj fazi izgradnje elektrane Kutnjak namjerava se priključiti još jedan generator jednake snage kao i prethodna dva, dakle 3.5 MVA. Time bi se ukupna snaga elektrane Kutnjak povećala na 10,5 MVA. Proračunom tokova snaga, optimalnog mjesta prekida mreže i proračunom kratkog spoja dobiveni su sljedeći rezultati.



Slika 11. Proračun tokova snaga i optimalnog pogonskog stanja, III faza



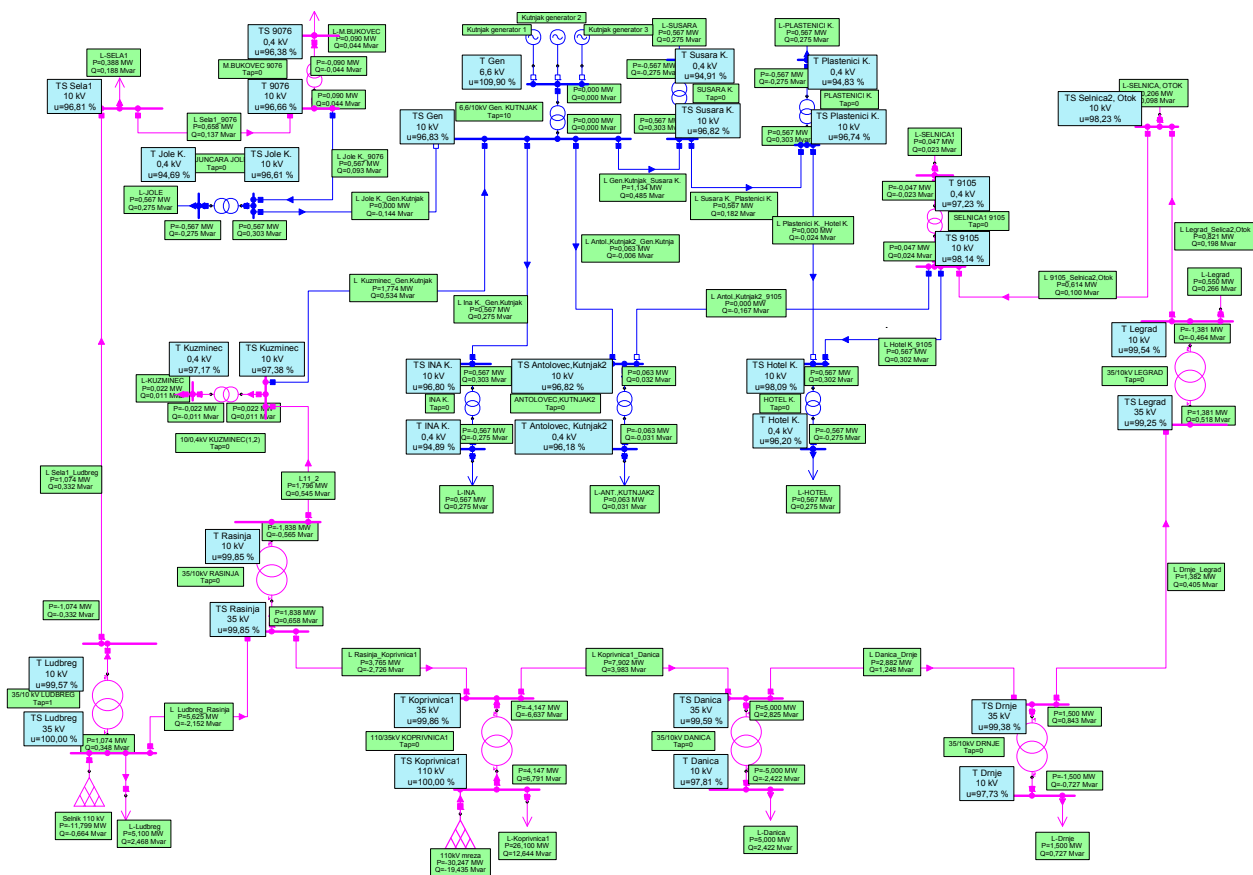
Slika 12. Prikaz postotne vrijednosti napona u vremenskom periodu od jednog dana, III faza



Slika 13. Prikaz gubitaka u vremenskom periodu od jednog dana, III faza

Proračun optimalnog uklopnog stanja daje topologiju kao i u slučaju sa dva agregata. Nadalje ukoliko se pravilno podesi regulacija na samim agregatima, te postojećim 110/35 kV i 35/10 kV transformatorskim stanicama dobiju se rezultati da ne postoje neki značajni problemi sa povišenjem napona, točnije elektrana povoljno djeluje na naponske prilike u mreži, te uvelike zadovoljava potrošnju mreže na koju je spojena. Jedini problemi koji se javljaju u trećoj fazi su značajno povišeni gubici u noćnim satima u samoj mreži, pri čemu oni lako mogu postići i vrijednosti od 1 MVA, što nikako nije zanemariva veličina.

Dodatno je u ovom radu obrađeno i ispadanje mreže koje je prizano na slijedećoj slici zajedno sa optimalnim uklopnim stanjem mreže.



Slika 14. Prikaz tokova snaga i pogonskog stanja kod ispada mreže

Vidimo da su naponske prilike u dopuštenim granicama po mrežnim pravilima, pri čemu treba posebno obratiti pažnju da se izvede automatska regulacija uklopnih stanja.

5. ZAKLJUČAK

Prva faza izgradnja geotermalne elektrane Kutnjak pozitivno utječe na elektroenergetsku mrežu. Osim što predstavlja pravi obnovljivi distribuirani izvor električne energije ona dodatno popravljiva naponske prilike u samoj elektroenergetskoj mreži. Izgradnjom novih energetskih vodova pretežito radialna mreža pretvara se u prstenastu mrežu, gdje postoje brojne mogućnosti prespajanja pogonskih stanja te mogućnost dvostrukog napajanja velike grupe potošača. Međutim u planu je prelazak sa 10 kV na 20 kV naponsku razinu čime bi se gubici prepolovili, ali ih se i dalje ne bi moglo zanemariti. Valja napomenuti dodatno da je u ovom radu potrošnja na samoj lokaciji geotermalne elektrane uzeta razmjerno velika što pozitivno utječe na naponske prilike, jer se veći dio proizvedene energije samim time troši na mjestu proizvodnje. Zbog svega navedenoga treba razmotriti mogućnost izgradnje TS 110/10(20)kV, pošto 110 kV mreža prolazi u neposrednoj blizini same elektrane, čime bi se gubici snage sveli na minimum.

LITERATURA

- [1] Danijel Habijan, dipl.ing.el, „Priključak male geotermalne elektrane „Kutnjak“ na distribucijsku mrežu DP Elektra Koprivnica“, Diplomski rad 2217, FER 2008
- [2] http://www.neplan.ch/html/e/e_brochures_default.htm