

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საინჟინრო-ტექნიკური ფაკულტეტი

პეტრე კაჭკაჭიშვილი

„სიმძლავრისა და ენერჯის დანაკარგების განსაზღვრა და მათი
შემცირების ტექნიკურ-ორგანიზაციული ღონისძიებები ქუთაისის
მანაწილებელი ელექტრული ქსელის მაგალითზე“

ინჟინერიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

0719 - სამრეწველო ინჟინერია და ტექნოლოგია

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

პროფესორი

ომარ ზივზივაძე

ქუთაისი

2022 წ

შინაარსი

შესავალი

თავი I

- 1.1. რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის ამოცანის ამოხსნის არსებული მიდგომები
- 1.2. სიმძლავრის დანაკარგები ქსელში
- 1.3. აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობითი ნაზარდი ელექტრულ ქსელში
- 1.4. რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის ამოცანის მათემატიკური მოდელი
- 1.5 რეგიონულ ელექტრულ ქსელში რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაცია

თავი II

- 2.1 ქ. ქუთაისის 110 კვ ქსელის რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში არსებული დატვირთვით
- 2.2 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვით
- 2.3 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვისას როცა $P = const, Q = const$
- 2.4 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვისას როცა $P = K_1 U, Q = K_1 U$
- 2.5 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვისას როცა $P = gU^2, Q = bU^2$
- 2.6 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 100%-ით დატვირთვისას

თავი III

- 3.1. ქუთაისის ელექტრული ქსელის საანგარიშო მოდელის შექმნა PSS/E პროგრამის გამოყენებით.

3.2. ქუთაისის ელექტრული ქსელის ანგარიში

3.3. ქუთაისის მანაწილებელ ქსელში საკომპენსაციო დანადგარის დადგმის ოპტიმალური ადგილის შერჩევა და კომპენსაციის შედეგად მიღებული მონაცემების ანალიზი.

თავი IV

4.1 ქ. ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელის მიმოხილვა

4.2 დანაკარგების შემცირების ღონისძიებები სადენტა განივკვეთის შეცვლით

4.3 მაკომპენსირებელი დანადგარების დამონტაჟებით დანაკარგების შემცირების ღონისძიებები

4.4 სიმძლავრის და ენერჯის დანაკარგების შემცირების ღონისძიება ძაბვის დონის გაზრდით

გამოყენებული ლიტერატურა

დასკვნები

თავი I

შესავალი

ენერგეტიკის ფუნქციონირების თანამედროვე ეტაპზე აუცილებელია ენერგოდამზოგი ტექნოლოგიებისა და ელექტრული სიმძლავრისა და ენერჯის დანაკარგების შემცირების სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებაზე გადასვლა. ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირების ყველაზე უფრო ეფექტურ ხერხს წარმოადგენს, ერთის მხრივ, ელექტროსადგურებს შორის აქტიურ და რეაქტიულ დატვირთვათა ოპტიმალური განაწილება და, მეორე მხრივ, მომხმარებლის რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაცია, რაც იმავდროულად მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ელექტრული ქსელის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

რეაქტიული დატვირთვის მაკომპენსირებელი დანადგარის შერჩევა ნიშნავს მისი ტიპის, ნომინალური სიმძლავრისა და ქსელში დაყენების ადგილის განსაზღვრას. ამ ამოცანის ამოხსნისას წარმოიშობა დამატებითი სიძნელეები, რაც დაკავშირებულია განუსაზღვრელობის სხვა და სხვა სახესთან. კერძოდ: ქსელის განვითარებისა და მისი მუშაობის პროგნოზირება; ოპტიმიზაციის კრიტერიუმი: სხვადასხვა სახის არადეტერმინირებული საწყისი ინფორმაცია და სხვა [1].

ელექტროენერგეტიკის სამეცნიერო-ტექნიკური კომპლექსის განუყოფელ ნაწილს წარმოადგენს რეაქტიული დატვირთვის რაციონალური კომპენსაცია, რადგანაც ელექტროსისტემაში რეაქტიული სიმძლავრის ბალანსის პირობიდან გამომდინარე საჭიროა რეაქტიული დატვირთვის თითქმის ერთი მესამედი გენერირდებოდეს მომხმარებელთა სიახლოვეს დაყენებული მაკომპენსირებელი დანადგარებით [1]

რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის პრობლემა მკვეთრად გამოკვეთილი სასისტემო პრობლემაა, რომელიც ითვალისწინებს და პრაქტიკულად მოიცავს ენერგოსისტემის ყველა საქსელო დანაყოფს და კომპენსაციის შედეგად გამოწვეულ მთელ რიგ თანმდევ ეფექტს: ძაბვის რეგულირება; ელექტროენერჯის ხარისხის ამაღლება; ენერგოსისტემის მუშაობის საიმედოობის გაზრდა და სხვა. მთლიანი ქსელის აუცილებელი გათვალისწინების თვალსაზრისით ამ პრობლემას ელექტროენერგეტიკაში ანალოგია თითქმის არ მოეპოვება. მაგ. 0,4 კვ. ძაბვის

ხაზის ბოლოში მაკომპენსირებელი დანადგარის დაყენება, აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების შემცირების თვალსაზრისით, მნიშვნელოვნად უფრო მეტ ეფექტს იძლევა მაღალი (35-110კვ) ქსელში, ვიდრე თვით 10/0,4 კვ ძაბვის ქსელში. სწორედ ამიტომაც რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის პრობლემის გადაწყვეტისას ქსელის მარტივ ნაწილებად დაყოფის პრინციპის გამოყენების დროს ამოხსნის შედეგები ყოველთვის ამა თუ იმ სიდიდის ცდომილებით ხასიათდება.

რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის პრობლემას მრავალრიცხოვანი გამოკვლევები მიემდინა როგორც ყოფილ საბჭოთა კავშირში, ასევე მის ფარგლებს გარეთ. ეს განპირობებულია იმით, რომ ამ პრობლემის რაციონალური გადაწყვეტის პირობებში შედარებით იოლად მიიღწევა დიდი ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტი. შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნულ სფეროში მრავალწლიანი გამოკვლევები მიმართული იყო დასმული ამოცანის განზომილების შემცირებისა და ცალკეული ქვესისტემების საინფორმაციო დამორიშორების გადალახვაზე, რაც განპირობებულია ამ ქვესისტემების უწყებრივი დაქვემდებარებით და ქსელის მუშაობის რეჟიმების მიხედვით საწყისი საანგარიშო ინფორმაციის შეგროვების სხვადასხვაგვარი შესაძლებლობით.

აღნიშნული მიმართულებით კვლევის ყველა ამჟამად არსებული რეზულტატები პირობითად შეიძლება დავყოთ ორ ჯგუფად. პირველს, საკმარისად ფართო ჯგუფს, მიეკუთვნება ცალკეული ქვესისტემების ეკვივალენტობის მეთოდები, ხოლო მეორე ჯგუფს მიაკუთვნებენ პარციალური გაანგარიშების მეთოდს [2], რომელიც პრინციპულად განსხვავებული მიდგომაა.

[9]–ში რეკომენდირებულია გაერთიანებული ენერგოსისტემის წარმომქმნელი ქსელის ეკვივალენტობა ორი ხერხით:

ა) ვითვალისწინებთ რა, ზემალაღი ძაბვის ხაზებით რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემის შესაძლებლობას, ამ ხაზების ძირითად ქსელთან მიერთების კვანძში მოცემულად ვთვლით $P(t)+jQ(t)$ გრაფიკს, რომელიც განსაზღვრული იქნება დამოუკიდებელი ანგარიშებით;

ბ) 110-330კვ ძაბვის სისტემათაშორისი კავშირები, ენერგოგაერთიანებიდან

რაიონული ელექტრული ქსელის გამოყოფის მიზნით, შემოთავაზებულია გავხსნათ და ამ კავშირებზე $P(t)+jQ(t)$ გადადინების გრაფიკი განისაზღვროს შემდეგნაირად ყოველი რაიონული ქსელი, ენერგოსისტემასთან დაკავშირებული კვანძის მიხედვით, შეიცვალოს კვანძების ეკვივალენტური რიცხვით. ამ შემთხვევაში მოსაზღვრე კვანძის მიმართ რაიონული ელექტრული ქსელის მოდელი წარმოდგენილი იქნება კვადრატული პოლინომის სახით

$$3 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{i,j} Q_i Q_j + \sum_{i=1}^n b_i Q_i$$

სადაც a_{ij}, b_i -აპროქსიმაციის კოეფიციენტები, რომლებიც ექსპერიმენტების დაგეგმვის ცნობილი მეთოდის დახმარებით მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება განისაზღვროს უმცირესი კვადრატების მეთოდით. 110კვ –მდე (ჩათვლით) ძაბვის მანაწილებელი ღია ქსელის მოდელი შეიძლება მივიღოთ ანალოგიურად. რადგანაც ყოველი ასეთი ქსელი რაიონულ ელექტრულ ქსელთან დაკავშირებულია $n=1$ კვანძით, 3 სახის დამოკიდებულება მიიღება უშუალოდ მოცემული ქსელის კვანძების მიხედვით ჯამური შემავალი რეაქტიული სიმძლავრის ბალანსის ამოცანის ამოხსნისას და ზემოთ აღნიშნულ დამოკიდებულებას ექნება სახე

$$3 = \alpha Q^2 + B Q_1$$

სადაც, Q –სიმძლავრე, რომელიც ძირითადი ქვესისტემიდან გადაედინება მანაწილებელ ქსელში.

თუ ხარჯებს გამოვსახავთ მაკომპენსირებელი დანადგარებით სიმძლავრის მიხედვით, მაშინ კოეფიციენტები განისაზღვრება ასე

$$a_k = a, \quad b_k = -(b + 2\alpha Q_0),$$

სადაც Q_0 □ საწყისი მნიშვნელობა სიმძლავრის, რომელიც გადაეცემა მოცემული სასაზღვრო კვანძის გავლით.

აღნიშნული ეკვივალენტების გათვალისწინებით 110-500კვ ძაბვის ენერგოსისტემაში შემავალი ყოველი მანაწილებელი ქსელის რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმიზაციის შემდეგ განისაზღვრება ჯამური შემავალი რეაქტიული სიმძლავრე Q □ Q_3 . ამის შემდეგ ისმება დამოუკიდებელი ამოცანა მოცემული მანაწილებელი ქსელის ცალკეულ კვანძებს შორის Q_3 სიმძლავრის

ოპტიმალური განაწილების შესახებ.

ოპტიმალური განაწილების შესახებ. ოპტიმალურობის კრიტერიუმად ასეთ შემთხვევაში შეიძლება იყოს დაყვანილი ხარჯების მინიმუმი $\min J$ ან აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების მინიმუმი $\min \Delta P$.

რამდენადმე განსხვავებული მიმართულებით შესრულდა კვლევები მოსკოვის ენერგეტიკის ინსტიტუტის ელექტრული სისტემების კათედრაზე. აქ $J = \alpha Q^2 + BQ_1$ სახის დამოკიდებულების მოდელი შეცვლილია ენერგოსისტემის საანგარიშო სქემაში ჩართული გარკვეული სიდიდის ეკვივალენტური წინააღმდეგობით $Z_{\text{კვ}} = P_{\text{კვ}} + jX_{\text{კვ}}$ რომლის საშუალებით ენერგო სისტემის მუშაობის დამყარებული რეჟიმის საფუძველზე შეიძლება გამოითვალოს მის ბოლოში ჩართული Q_3 -ს სიდიდე.

ქალაქებისა და სასოფლო სამეურნეო დანიშნულების 6, 10 კვ ძაბვის მანაწილებელი ქსელები ხასიათდებიან შედარებით ნაკლებად სრული და ნაკლებად ზუსტი ინფორმაციით. ეს ინფორმაცია კიდევაც რომ იქნეს მოპოვებული საკმარისი სიზუსტითა და მოცულობით, მისი ცენტრალიზებული დამუშავება მაინც პრობლემატურია.

ამიტომ [2; 9; 15]-ში რეკომენდირებულია აღნიშნული ქსელი შეიცვალოს ეკვივალენტური აქტიური წინააღმდეგობით, რომელიც გამოითვლება სიმძლავრის ცნობილი დანაკარგების მიხედვით

$$R_3 = \frac{\Delta P\% \cdot U^2}{P(1 + tg^2 \varphi)} \cdot 10^{-2},$$

სადაც P - განსახილველი მანაწილებელი ქსელის აქტიური დატვირთვაა. $\Delta P\%$ - ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები %-ებში; $tg \varphi$ - რეაქტიული დატვირთვის კოეფიციენტი.

თუ ქსელში დანაკარგები ცნობილი არ არის, მაშინ შეიძლება ვისარგებლოთ მისი ტიპური მნიშვნელობებით: სამრეწველო ქსელებისათვის -3,8%, სასოფლო სამეურნეო ქსელებისათვის -7,6%.

[3]-ის ავტორთა აზრით 6-35 კვ ძაბვის ქსელებში შესაძლებელია უფრო მარტივი ეკვივალენტირება. კერძოდ, Z_3 შეიძლება მიღებული იქნეს. სქემის ხის შტოების წინააღმდეგობის მიმდევრობით-პარალელური შეერთების გზით.

ეკვივალენტირების პარციალური მეთოდი ვრცელდება 6-10 კვ ძაბვის

შედარებით მოკლე რადიალურ და მაგისტრალურ ხაზებზე, რაც უფრო დამახასიათებელია სამრეწველო ქსელებისათვის.

პარციალური მეთოდი გულისხმობს რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის ამოცანის ლოკალიზაციას. კერძოდ, განიხილება მაღალი 6,10 კვ ББК და დაბალი 0,38 კვ НБК მაკომპენსირებელი დანადგარები. ამასთან დაბალი ძაბვის მაკომპენსირებელი დანადგარების ხვედრითი ღირებულება მეტია, ვიდრე მაღალი ძაბვისა.

ცხადია, ამოცანის ასეთი ლოკალიზაცია შესაძლებელია, მაშინ თუ მთელი ქსელის კომპლექსური ანგარიშისას НБК-ს ჯამური სიმძლავრე აღმოჩნდება ნაკლები, ვიდრე ББК-ს სიმძლავრე, რომელიც გამოთვლილია 0,38 კვ ძაბვის მანაწილებელი ქსელის გათვალისწინების გარეშე. უფრო ძვირი НБК გამართლებული უნდა იქნეს მანაწილებელ ქსელში დანაკარგების დამატებითი შემცირებით.

როგორც გამოკვლევები გვიჩვენებს პრაქტიკაში მანაწილებელი ქსელებისათვის ყოველთვის სრულდება შემდეგი სახის უტოლობა.

$$1 + \frac{\sigma_{Q1}}{\sigma_{Q2}} \leq \frac{3_{HbK}}{3_{BbK}}$$

სადაც σ_{Q1} – დანაკარგების ფარდობითი ნაზარდი მკვებავ ქსელში მაბალანსირებელი კვანძიდან მთავარი დამწვევი ქვესადგურის 6-10კვ ძაბვის სალტებამდე.

σ_{Q2} -იგივე მანაწილებელ ქსელში – დამწვევი ქვესადგურის 6-10კვ ძაბვის სალტებიდან 0,38 კვ ძაბვის სალტებამდე.

3_{HbK} , 3_{BbK} შესაბამისად НБК-ს და ББК-ს დაყვანილი ხარჯები.

ნაშრომის პირველ თავში გაანალიზებულია ცვლადი დენის წრედში მიმდინარე ენერგეტიკული პროცესები და ელექტრულ ქსელში რეაქტიული სიმძლავრის თავისებურებანი, როგორც აქტიური სიმძლავრის გადაცემის თანმდევი მოვლენა. რეაქტიული სიმძლავრე პრაქტიკულად მოხერხებული ფორმაა ცვლადი დენის წრედში გარდამავალი პროცესების მიმდინარეობის ანალიზის თვალსაზრისით. გამოყენებულია ელექტრული ქსელის განსახილველი კვანძის მიმართ აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდის ცნება. განხილულია ელექტრული სისტემის იერარქიულობა და რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის ამოცანის

ამოხსნისადმი მიდგომის თავისებურება. აქ ენერგოსისტემის ვერტიკალური იერარქიული სტრუქტურის მიხედვით შედგენილი ჩანაცვლების ერთიანი სქემის გათვალისწინებით. ისმება რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის გლობალური ამოცანა და გამოკვლეულია ამ ამოცანის დეკომპოზიციის შესაძლებლობა, რაც საშუალებას გვაძლევს პრობლემა განხილულ იქნეს ცალკეული, შედარებით მარტივი, ლოკალური ამოცანების სახით

ნაშრომის მეორე თავში განხილულია პროგრამა PSS/E -ს (Power System Simulator for Engineering)-ის საშუალებით ქუთაისის მკვებავი 110 კილოვოლტის ქსელის რეჟიმების გაანგარიშება, გამოკვლევამ აჩვენა რომ:

დატვირთვის მახასიათებლის არცერთი შესაძლო დასაშვები მნიშვნელობისას ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაშიც კი ძაბვის სიდიდე ქსელის კვანძებში არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს.

დატვირთვის მახასიათებლის არცერთი შესაძლო დასაშვები მნიშვნელობისას ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაშიც კი დანაკარგები ქსელში არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს.

დატვირთვის მახასიათებლის არცერთი შესაძლო დასაშვები მნიშვნელობისას ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაშიც კი ქსელში ხაზების გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს.

ნაშრომის მესამე თავში განხილულია აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების შემცირებისა და რეაქტიული სიმძლავრის ოპტიმალური კომპენსაციის თვალსაზრისით, მაკომპენსირებელი დანადგარის დაყენების ადგილი. ქსელის იერარქიული სტრუქტურის ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია, განსახილველ მანაწილებელ ქსელში, რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაცია იმ სახით, რომელიც გულისხმობს მოცემული ქსელისა და სისტემის დანარჩენი ნაწილის ურთიერთკავშირს. მიღებულია კვანძების რეაქტიული დატვირთვებით გამოწვეული აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ოპტიმალური მნიშვნელობის საანგარიშო გამოსახულებები, რაც საშუალებას გვაძლევს წინასწარ შევაფასოთ კომპენსაციის პრიორიტეტულობა კვანძების მიხედვით. ნაჩვენებია მაღალი ძაბვის ქსელში დანაკარგების შემცირებით მიღებული ტექნიკური ეფექტი, განაწილებული

თითოეულ დაბალი ძაბვის ქსელში დადგმული რეაქტიული სიმძლავრის მაკომპენსირებელი დანადგარების სიმძლავრთა შესაბამისად. ასევე გამოვლინდა ფიდერთა ნაწილი, რომელთა მაგისტრალური უბნების სადენები, მაქსიმალური რეჟიმით მუშაობისას დაიტვირთა დასაშვები დენის 80-90%-ის ფარგლებში. ე.ი ქსელის ამ ნაწილის გამტარუნარიანობა შეესაბამება მოსალოდნელ მაქსიმალურ დატვირთვას.

ნაშრომის მეოთხე თავში ქსელისადმი წაყენებული მოთხოვნების შესასრულებლად დაანგარიშებულია შესაბამის ფიდერზე საჭირო როგორც სადენტა განივკვეთის გაზრდა, ისე საკომპენსაციო დანადგარის დაყენება. დანაკარგების შემცირების მიზნით განხილულია, თუ რამდენად შემცირდებოდა დანაკარგები 10 კვ-იანი ფიდერის შემთხვევაში და ამით გაგვეგო ღონისძიების ეფექტურობა. ფიდერთა გარკვეულ ჯგუფში ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშებით დამტკიცდა რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის ეფექტურობა არსებული სადენების პირობებში.

ქ. ქუთაისის მკვებავ და მანაწილებელი ქსელისათვის ჩატარებულია გამოთვლები და ამ გამოთვლების შედეგების ანალიზმა გამოკვეთა გასატარებელი ღონისძიებები, რომელიც ეკონომიკური ეფექტის მომცემი არის.

თავი I

1.1 რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის

ამოცანის ამოხსნის არსებული მიდგომები

არსებულ სამეცნიერო-ტექნიკურ ლიტერატურაში განიხილება რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის ამოცანის დასმის სხვადასხვა ვარიანტი. ყველაზე უფრო გავრცელებულ ვარიანტში მიზნის ფუნქცია ფორმულირდება დაყვანილი ხარჯების სახით და განიხილება ამ ფუნქციის მინიმიზაციის საკითხი. ამოცანის დასმის სხვა ვარიანტში მოცემულად მიიღება მაკომპენსირებელი დანადგარების ჯამური სიმძლავრე და ამ შემთხვევაში ამოცანა განიხილავს ქსელის ცალკეულ კვანძებს შორის ამ სიმძლავრის ოპტიმალური განაწილების საკითხს.

ამოცანის დასმის ნებისმიერ ვარიანტში, მისი ამოხსნის პროცესი სრულდება ოპტიმიზაციის ამა თუ იმ მეთოდის გამოყენებით.

[5]-ში ამოცანის ამოხსნა განიხილება იმ დაშვებით, რომ ტექნიკური თუ სხვა ინჟინრული მოსაზრებების საფუძველზე მაკომპენსირებელი დანადგარების დაყენების ადგილები მოცემულია. კვანძების აქტიური და რეაქტიული დატვირთვები მოცემულია საფეხუროვანი გრაფიკების სახით. მიზნის ფუნქციას წარმოადგენს დაყვანილი ხარჯები, რომელიც ითვალისწინებს ხარჯებს რეაქტიული სიმძლავრის არსებული და ახალი წყაროების აგებასა და ექსპლუატაციაზე და აგრეთვე, ხარჯებს ქსელში ენერჯის დანაკარგებზე. ამოცანის ამოხსნა განიხილება კოორდინატული დაშვების სვლის მეთოდით. მატრიცულ ფორმაში მიზნის ფუნქცია ჩაწერილია შემდეგ სახეში

$$z = \rho^t \cdot \begin{bmatrix} Q_{u.p.m} \\ Q_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Q_{u.p.m} \\ Q_k \end{bmatrix}^t + c \begin{bmatrix} Q_{u.p.m} \\ Q_k \end{bmatrix}, \quad (1.1)$$

სადაც:

- $Q_{u.p.m}$ – რეაქტიული სიმძლავრის არსებული რეგულირებადი წყაროების სიმძლავრე;

- Q_k – საძიებელი დამატებითი მაკომპენსირებელი დანადგარების სიმძლავრე;

□□□ □ ვექტორი–სვეტი, რომლის ელემენტები ახასიათებს მაკომპენსირებელი

დანადგარის ერთეულოვანი სიმძლავრის დაყვანილ ხარჯებს;

- C-პროპორციულობის კოეფიციენტების კვადრატულ სიმეტრიული მატრიცა, რომელთა განსაზღვრისათვის საჭიროა ვიცოდეთ: ქსელის კვანძების საკუთარი და ურთიერთ წინაღობები; 1 კვტსთ დაკარგული ენერგიის ღირებულება, დანაკარგების დრო; ქსელის ნომინალური ძაბვა.

კვადრატული პროგრამირების მათემატიკურ ამოცანაზე დაყრდნობით [20]-ში შემოთავაზებულია მატრიცულ-გამოთვლითი მეთოდი, რომლის იდეა მდგომარეობს მასში, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარებიანი ელექტრული სისტემის რეჟიმის ამსახველი განტოლებების რთული სისტემის ამოხსნის პროცედურა შეცვლილია მაკომპენსირებელი დანადგარების სიმძლავრის ოპტიმალური მნიშვნელობების გამოთვლით მზა მატრიცული ფორმულების გამოყენებით.

მაკომპენსირებელი დანადგარების ოპტიმალური ჯამური სიმძლავრის განსაზღვრისათვის აიგება დამოკიდებულება

$$Z_{min} = f(Q_k), \quad (1.2)$$

სადაც, Z_{min} -მოცემული ჯამური Q_k სიმძლავრის მაკომპენსირებელი დანადგარების შესაძლო მინიმალური დაყვანილი ხარჯები.

აღნიშნულ მეთოდში საწყისს ინფორმაციად აღებულია არსებული წყაროების რეაქტიული სიმძლავრისა და კვანძების რეაქტიული დატვირთვების საშუალო წლიური მნიშვნელობები.

მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური განლაგების ამოცანის ამოხსნა გრადიენტის მეთოდით აღწერილია [7]-ში. აქ ეკონომიკური გადაწყვეტა მოიძებნება ვარიანტების გაანგარიშებისა და შემდგომი ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების გზით. ამ შემთხვევაში მიზანის ფუნქცია ფორმულირდება შემდეგ სახეში:

$$Z = \sum_{i=1}^m N_i(P_i) + (p + E_b) \sum_{j=1}^n K_j(Q_{kj}) \rightarrow \min, \quad (1.3)$$

სადაც, N_i i -ურ კვანძში ელექტროენერგიის წარმოებაზე დანახარჯები, რომელიც, ამავე კვანძში გენერირებული აქტიური P_i სიმძლავრის ფუნქციაა;

m - გენერაციის კვანძების რაოდენობა;

K_j - j -ურ კვანძში მაკომპენსირებელი დანადგარის სიმძლავრე;

n □ კვანძების რიცხვი, სადაც განიხილება მაკომპენსირებელი დანადგარის დაყენება;

p □ მაკომპენსირებელი დანადგარების ამორტიზაციისა და მიმდინარე რემონტზე ყოველწლიური დანარიცხების ფარდობითი მნიშვნელობა;

E_6 □ კაპიტალური ხარჯების ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი.

მიზნის ფუნქციის გრადიენტი გამოითვლება ფორმულით.

$$\Delta Z = \Delta u + E_Q \cdot \partial Q_k / \partial Y, \quad (1.4)$$

სადაც E_Q -მაკომპენსირებელი დანადგარის კაპიტალური ხარჯების ნაზრდის ვექტორი (მატრიცის ელემენტები), რომელიც შეესაბამება $Q_k = |Q_{k1}, Q_{k2} \dots Q_{kn}|$ ვექტორს;

Y □ დამოუკიდებელი ცვლადების ვექტორი.

გრადიენტი

$$\Delta X = \sum_{i=1}^m \frac{\partial X_i}{\partial P_i} \frac{\partial P_i}{\partial Y} - E_p \frac{\partial P}{\partial Y}, \quad (1.5)$$

სადაც, $E_p = \left| \frac{\partial X_1}{\partial P_1}, \frac{\partial X_2}{\partial P_2}, \dots, \frac{\partial X_m}{\partial P_m} \right|$ -ელექტრული სადგურების სიმძლავრის ფარდობითი ნაზარდის ვექტორი, რომელიც შეესაბამება $P = |P_1, P_2 \dots P_m|$ ვექტორს.

ზემოთ აღნიშნული მეთოდების ღირსება მდგომარეობს მასში, რომ შესაძლებელია ამოცანის ამოხსნისათვის მათემატიკური მოდელის სრული ფორმულირება [17]. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ მრავალკვანძიანი რთული ქსელის მქონე ენერგოსისტემის შემთხვევაში საჭიროა გამომთვლელი ციფრული მანქანის მახსოვრობის დიდი მოცულობა. გარდა ამისა, ამოხსნის აღნიშნული ალგორითმის გამოყენებისას ყოველთვის წარმოიშობა სიმძლავრეები, რაც დაკავშირებულია განსახილველი ამოცანის თავისებურებების სრულყოფილ გათვალისწინებასთან.

გარდა აღნიშნული მეთოდისა, მთელ რიგ სამეცნიერო-ტექნიკურ ლიტერატურაში განიხილება სპეციალური მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია განსახილველი ამოცანის ტექნოლოგიურ თავისებურებებზე.

ერთ-ერთ პირველს და შედარებით წარმატებულ სპეციალურ მეთოდს წარმოადგენს ხარჯების პოტენციალთა მეთოდი. აქ ამოცანის ამოხსნისას

გამოიყენება ენერგოსისტემის პირობითი სქემა, რომელიც შეიცავს ქსელის ელემენტების მხოლოდ აქტიურ წინააღმდეგობებს და კვანძების საანგარიშო რეაქტიულ დატვირთვებს. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ მაკომპენსირებელი დანადგარების ოპტიმალური სიმძლავრე და ქსელში მათი მიზანშეწონილი განლაგების ადგილები. იმავდროულად შესაძლებელია დავადგინოთ რეაქტიული სიმძლავრის არსებული წყაროების ოპტიმალური დატვირთვა.

ამ მეთოდის შემთხვევაში მიზნის ფუნქციას წარმოადგენს დაყვანილი ხარჯები, რომელიც შეიცავს: ხარჯებს რეაქტიული სიმძლავრის გენერირებაზე ელექტროსადგურებში z_r , ხარჯებს ენერჯის გადაცემაზე ქსელში z_c და ხარჯებს მაკომპენსირებელ დანადგარებზე z_k

$$z = z_r + z_c + z_k \quad (1.6)$$

ანგარიშების პროცესში შემოყვანილია ხარჯების პოტენციალების ცნებები:

□ ქსელის მოცემულ კვანძში რეაქტიულ სიმძლავრის გადაცემის ხარჯების პოტენციალი

$$\psi_i^c = -\frac{\partial z_c}{\partial Q_i} = -\frac{\partial \Delta P}{\partial Q_i} \tau \beta; \quad (1.7)$$

□ არსებული წყაროების მიერ რეაქტიული სიმძლავრის გენერირებასთან დაკავშირებული გაწეული ხარჯების პოტენციალი

$$\psi_i^r = \frac{\partial z_r}{\partial Q_i} = \Delta P_i T_{imax} \beta; \quad (1.8)$$

მაკომპენსირებელი დანადგარების მიერ რეაქტიული სიმძლავრის გენერაციაზე გაწეული ხარჯების პოტენციალი

$$\psi_i^k = \frac{\partial z_k}{\partial Q_i} = K_{yi} (E_H + P_1) + \Delta P_{\Delta i} T_{imak} \beta \quad (1.9)$$

(1.7) – (1.9) გამოსახულებებში:

□ P – ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგებია მაქსიმალური დატვირთვების რეჟიმში;

□ τ – დანაკარგების დრო;

□ T – კვტსთ დაკარგული ენერჯის ღირებულება;

Q_{i-i} – ური კვანძის არსებული წყაროს რეაქტიული სიმძლავრე;

ΔP_i – რეაქტიული სიმძლავრის არსებულ წყაროში აქტიური სიმძლავრის ხვედრითი

დანაკარგები

ΔP_{di} -რეაქტიული სიმძლავრის დამატებით წყაროებში აქტიური სიმძლავრის ხვედრითი დანაკარგები

$T_{imакс}$, $T_{dimакс}$ -რეაქტიული სიმძლავრის არსებულ და დამატებით წყაროებში სიმძლავრის დანაკარგების დრო;

K_{yi-i} --ურ კვანძში დაყენებული მაკომპენსირებელი დანადგარის ხვედრითი კაპიტალური ხარჯები;

E_H -კაპიტალური ხარჯების ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი;

P_{i-i} -ური კვანძის მაკომპენსირებელი დანადგარის ამორტიზაციისა და მიმდინარე რემონტის ყოველწლიური დანარიცხების ფარდობითი სიდიდე.

აღნიშნული მეთოდის ღირსება მდგომარეობს მასში, რომ შედარებით გამარტივებულია ამოცანის ამოხსნის პროცედურა. მეთოდის ნაკლს მიეკუთვნება ის, რომ მოდელში ჩადებულია ქსელის ელემენტების მხოლოდ აქტიური წინაღობების და კვანძების მხოლოდ რეაქტიული საანგარიშო დატვირთვები. აღნიშნულის გამო არ ხერხდება ქსელში რეაქტიული სიმძლავრის დანაკარგების გათვალისწინება, რასაც შეუძლია გავლენა მოახდინოს მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრის სიდიდეზე.

შედეგში ავტორების მიერ წარმოდგენილია კიდევ ერთი სპეციალური მეთოდი კრიტერიალური მეთოდი. ამ მეთოდით ანგარიშები სრულდება მკვებავი ქსელის მთლიანი სქემის გათვალისწინებით, რომელიც ითვალისწინებს ელემენტების აქტიურ და რეაქტიულ წინაღობებს და დატვირთვის აქტიურ და რეაქტიულ შემდგენებს. აღნიშნული მეთოდი და მისი შესაბამისი ალგორითმი ითვალისწინებს დანახარჯებს მაკომპენსირებელ დანადგარებზე და ქსელში დანაკარგებზე და აგრეთვე ძაბვის არასაკმარისი ხარისხით გამოწვეულ ზარალთან დაკავშირებულ ხარჯებს. მეთოდის იდეა მდგომარეობს ეკონომიკური ანალიზის საფუძველზე სპეციალური პრაქტიკული კრიტერიუმის გამოყენებაში, რომელიც საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ არა მარტო მაკომპენსირებელი დანადგარის სიმძლავრე და დაყენების ადგილი, არამედ მათი დაყენების რაციონალური რიგითობა. აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება მაკომპენსირებელი დანადგარების

პროექტირებისას.

სამეცნიერო ლიტერატურაში განხილული მეთოდები მიმართულია იქეთ, რომ მკვებავ და მანაწილებელ ქსელებში მაკომპენსირებელი დანადგარების განლაგების ოპტიმიზაცია გარკვეულწილად განხილული იქნეს ურთიერთდამოუკიდებლად, მაგრამ ურთიერთკავშირში.

შემოთავაზებულ მეთოდებით განიხილება: 1. მოცემული მანაწილებელი ქსელში მოცემული ჯამური სიმძლავრის მაკომპენსირებელი დანადგარების ეკონომიკური განაწილება. 2. მანაწილებელ ქსელში მაკომპენსირებელი დანადგარების ჯამური სიმძლავრისა და მათი განლაგების ეკონომიკური მიზანშეწონილობის განსაზღვრა.

პირველ შემთხვევაში მაკომპენსირებელი დანადგარის ჯამური სიმძლავრე დადგინდება რეაქტიული სიმძლავრის ბალანსის პირობიდან ან შეიძლება დადგინდეს მთელი სისტემისათვის ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშების საფუძველზე.

მეორე შემთხვევაში ამოცანა მდგომარეობს მანაწილებელ ქსელში მაკომპენსირებელი დანადგარების ოპტიმალური სიმძლავრისა და განლაგების განსაზღვრაში მკვებავი ქსელის ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე გავლენის გათვალისწინებით [6]. ამ მიზნით ამოცანაში მკვებავი ქსელი გათვალისწინებულია გარკვეული სიდიდის ეკვივალენტური წინალობით. ამ მეთოდის ნაკლი მდგომარეობს მრავალკონტურიანი შეკრული მკვებავი ქსელისათვის ეკვივალენტური წინალობის გამოთვლის სირთულეში.

რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის ამოცანის ამოხსნის თავისებური მიდგომა განიხილება [29]-ში. აქ ავტორი მანაწილებელ ქსელში მაკომპენსირებელი დანადგარის ჯამური სიმძლავრის და მათი განლაგების განსაზღვრასთან ერთად განიხილავს სადენთა განიკვეთების შერჩევას. აქაც მკვებავი ქსელის ეკვივალენტური წინალობა განისაზღვრება მიახლოებით.

მეორე მნიშვნელოვანი საკითხი, რომელიც განიხილება სამეცნიერო ლიტერატურაში, წარმოადგენს რეგულირებად კონდენსატორთა ბატარეის რაციონალური შერჩევა. რიგ ნაშრომებში [მაკომპენსირებელი დანადგარების სიმძლავრის განსაზღვრის ამოცანის ამოხსნისას ძაბვის რეგულირების მოთხოვნები

გათვალისწინებულია საკმარისად სრულად. ამასთან საწყისი ინფორმაციის სახით მოცემულია მაკომპენსირებელი დანადგარების ჯამური სიმძლავრე.

1.2 სიმძლავრის დანაკარგები ქსელში

ელექტრულ ქსელში აქტიური სიმძლავრის ჯამური დანაკარგები წარმოადგენს ქსელის ცალკეული ელემენტის გრძივ და განივ პარამეტრებში დანაკარგების ჯამს

$$\Delta P = \sum_i \Delta P_i = \sum_i \left(\frac{P_i^2 + Q_i^2}{U_i^2} R_i + U_i^2 G_i \right), \text{ მგვტ}$$

სადაც P_i, Q_i – ქსელის ელემენტის გრძივ წინაღობაში გამავალი სიმძლავრე მგვტ, მგვარ;

R_i, G_i – ამავე ელემენტის აქტიური წინაღობა და აქტიური გამტარობა, ომი, სიმენსი;

U_i – ამავე ელემენტის მაღალი ნომინალური ძაბვა, კვ.

აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები (დანაკარგები ხაზში გვირგვინის მოვლენაზე და დანაკარგები ტრანსფორმატორების ფოლადში) პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული დატვირთვის დენზე (სიმძლავრეზე) და ანგარიშების დროს შეგვიძლია მუდმივად ჩავთვალოთ.

გრძივ წინაღობაში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები პირდაპირ კვადრატულ პროპორციულია ამ წინაღობაში გამავალი დენისა (სიმძლავრისა), რომლებიც გამოსახულებათა თანახმად ცალსახად განისაზღვრება ქსელის კვანძების დატვირთვის დენების (სიმძლავრეების) საშუალებით.

ქსელის რეჟიმის ოპტიმიზაციის ამოცანათა განხილვისას საჭირო ხდება ქსელის ცალკეული კვანძისათვის დავადგინოთ აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობითი ნაზარდი (§1.3), ანუ როგორც იტყვიან დავადგინოთ ნებისმიერი k კვანძის დატვირთვის ცვლილების გავლენა ქსელში დანაკარგების სიდიდეზე. ამ მიზნით საჭიროა დანაკარგების საანგარიშო გამოსახულება განსაზღვრული იქნეს არა შტოებში გამავალი დენების (სიმძლავრეების), არამედ კვანძების დატვირთვების საშუალებით.

სიმძლავრის დანაკარგების საანგარიშო გამოსახულება ჩავწეროთ ქსელში

სიმძლავრის სრული ბალანსის სახით

$$\Delta S = \sum_{f=0}^m S_{გენ.f} - \sum_{f=m+1}^n S_{დატვ.f} \quad (1.10)$$

სადაც $S_{გენ.f}$ არის ყველა ენერგო წყაროს მიერ ქსელში გაცემული სიმძლავრე;

$S_{დატვ.f}$ - ყველა მოხმარებლის დატვირთვა სიმარტივისათვის (1.10)

შემდეგნაირად ჩავწერთ

$$\Delta S = \sum_{f=0}^n S_f, \quad (1.11)$$

სადაც S_f გენერაციის და მოხმარების კვანძის სიმძლავრეა, რომელიც აიღება “პლუს” ნიშნით, როცა f წარმოადგენს გენერაციის კვანძს და “მინუს” ნიშნით, როდესაც f მოხმარების კვანძია.

ვიცით რომ $S_f = 3U_f I_f^*$, მივიღებთ

$$\Delta S = \sum_{f=0}^n 3U_f I_f^* \quad (1.12)$$

$$\Delta S = \sum_{f=0}^n 3(U_0 + \Delta U_f) I_f^* = 3U_0 \sum_{f=0}^n I_f^* + 3 \sum_{f=0}^n \Delta U_f I_f^*$$

მიღებული გამოსახულების პირველ წევრში თანამამრავლის სახით შედის ქსელის ყველა კვანძის (მაბალანსირებული კვანძის ჩათვლით) დენების ალგებრული ჯამი, რაც კირხოფის პირველი კანონის თანახმად ნულის ტოლია.

ამრიგად

$$\Delta S = 3 \sum_{f=0}^n \Delta U_f I_f^*$$

რადგანაც $U_{f=0}$ ვდებულობთ

$$\Delta S = 3 \sum_{f=1}^n \Delta U_f I_f^* \quad (1.13)$$

ანუ ქსელში სიმძლავრის დანაკარგებისათვის გვაქვს

$$\Delta S = 3 \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n I_K (R_{f,K} + iX_{f,K}) I_f^* \quad (1.14)$$

ელექტრული ქსელების რეჟიმების გაანგარიშების დროს უფრო მოხერხებულია კვანძების დენური დატვირთვები გამოვსახოთ შესაბამისი სიმძლავრეებით

$$I_K = \frac{S_K^*}{3U_K^*} I_f = \frac{S_f^*}{3U_f^*}$$

მაშინ (1.14) მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\Delta S = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{S_k^* S_f}{U_k^* U_f} Z_{f,K}$$

ანუ

$$\Delta S = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{P_k - jQ_k}{U_k} \cdot \frac{P_f - jQ_f}{U_f} Z_{f,K} e^{-i\varphi_{ukf}} \quad (1.15)$$

სადაც $\varphi_{Ukf} = \varphi_{uk} - \varphi_{uf}$ - k და f კვანძების ძაბვების ვექტორებს შორის ძვრის კუთხე. ცხადია, რომ

$$\varphi_{uk} = -\varphi_{ufk} \quad (1.16)$$

ალგებრული გარდაქმნების შემდეგ (1.16) მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\Delta S = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{(P_k P_f + Q_k Q_f) + j(P_k Q_f - P_f Q_k)}{U_k U_f} \cdot (\cos\varphi_{ukf} + j\sin\varphi_{ukf}) Z_{f,K}$$

ანუ

$$\Delta S = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{Z_{f,K}}{U_k U_f} \{ [(P_k P_f + Q_k Q_f) \cos\varphi_{ukf} - (P_k Q_f - P_f Q_k) \sin\varphi_{ukf}] + j[(P_k P_f + Q_k Q_f) \sin\varphi_{ukf} + (P_k Q_f - P_f Q_k) \cos\varphi_{ukf}] \}$$

ამ გამოსახულების მეორე დიდი ფრჩხილი ორმაგი აჯამვის გამო ნულის ტოლია, რადგანაც მისი ყოველი წევრი A_{kf} და A_{fk} წევრები ერთმანეთს აკომპენსირებენ:

$$A_{kf} + A_{fk} = (P_k P_f + Q_k Q_f) \sin\varphi_{ukf} + (P_k P_f - P_f Q_k) \cos\varphi_{ukf} +$$

$$(P_f P_k + Q_f Q_k) \sin\varphi_{ufk} + (P_f Q_k - P_k Q_f) \cos\varphi_{ufk}$$

(1.16)-ის თანახმად

$$\sin\varphi_{ufk} = -\sin\varphi_{ukf} \text{ და } \cos\varphi_{ufk} = \cos\varphi_{ukf},$$

ამიტომ ვღებულობთ

$$A_{kf} + A_{fk} = 0$$

და შესაბამისად, ქსელში დანაკარგების საანგარიშო გამოსახულება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\Delta S = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{Z_{f,K}}{U_k U_f} [(P_k P_f + Q_k Q_f) \cos\varphi_{ukf} - (P_k Q_f - P_f Q_k) \sin\varphi_{ukf}]$$

ანუ, ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების საანგარიშო გამოსახულებას ექნება შემდეგი სახე

$$\Delta P = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{R_{f,K}}{U_k U_f} [(P_k P_f + Q_k Q_f) \cos \varphi_{ukf} - (P_k Q_f - P_f Q_k) \sin \varphi_{ukf}] \quad (1.17)$$

ხოლო რეაქტიული სიმძლავრის დანაკარგების საანგარიშო გამოსახულება კი იქნება ასეთი სახის

$$\Delta Q = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{X_{f,K}}{U_k U_f} [(P_k P_f + Q_k Q_f) \cos \varphi_{ukf} - (P_k Q_f - P_f Q_k) \sin \varphi_{ukf}] \quad (1.18)$$

თუ კვანძების რეაქტიული დატვირთვებს გამოვსახავთ მათი კოეფიციენტებით

$$Q_k = P_k \operatorname{tg} \varphi_k \text{ და } Q_f = P_f \operatorname{tg} \varphi_f,$$

მივიღებთ:

$$\Delta P = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{P_k P_{f,K}}{U_k U_f} [1 + \operatorname{tg} \varphi_k \operatorname{tg} \varphi_f] \cos \varphi_{ukf} - (\operatorname{tg} \varphi_f - \operatorname{tg} \varphi_k) \sin \varphi_{ukf}]$$

ამ გამოსახულებათა დიდი ფრჩხილების მეორე წევრები პირველ წევრებთან შედარებით შეიძლება უგულველებლყოთ შემდეგ გარემოებათა გამო:

1. ძვრის კუთხე ძაბვის ვექტორებს შორის შედარებით მცირეა და ამიტომ ყოველთვის

$$\cos \varphi_{ukf} > \sin \varphi_{ukf},$$

2. კვანძებში რეაქტიული დატვირთვების კოეფიციენტები თითქმის თანაზომადი სიდიდეებია და ამიტომ

$$\left| \frac{1 + \operatorname{tg} \varphi_k \operatorname{tg} \varphi_f}{\operatorname{tg} \varphi_f - \operatorname{tg} \varphi_k} \right| = \left| \frac{1}{\operatorname{tg}(\varphi_f - \varphi_k)} \right| \gg 1;$$

3. სხვაობა $\operatorname{tg} \varphi_f - \operatorname{tg} \varphi_k$ სხვადასხვა კვანძებთან მიმართებაში შეიძლება აღმოჩნდეს, როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითიც, რის გამოც ზემოთ აღნიშნული მეორე წევრების ცალკეული შემდგენები გარკვეულწილად ერთმანეთს აკომპენსირებენ კიდევ

ამრიგად ქსელში დანაკარგებისათვის მივიღეთ

$$\Delta P = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{R_{f,K}}{U_k U_f} (P_k P_f + Q_k Q_f) \cos \varphi_{uk} \quad (1.19)$$

და

$$\Delta Q = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{X_{f,K}}{U_k U_f} (P_k P_f + Q_k Q_f) \cos \varphi_{uk} \quad (1.20)$$

ანუ გვაქვს:

$$\Delta P_P = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{P_k P_f R_{fk}}{U_k U_f} \cos \varphi_{U_{kf}} \quad (1.21)$$

□ აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები გამოწვეული კვანძების აქტიური დატვირთვებით;

$$\Delta P_Q = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{Q_k Q_f R_{fk}}{U_k U_f} \cos \varphi_{U_{kf}} \quad (1.22)$$

□ აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები გამოწვეული კვანძების რეაქტიული დატვირთვებით;

$$\Delta Q_P = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{P_k P_f X_{fk}}{U_k U_f} \cos \varphi_{U_{kf}} \quad (1.23)$$

□ რეაქტიული სიმძლავრის დანაკარგები გამოწვეული კვანძების აქტიური დატვირთვებით;

$$\Delta Q_Q = \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{Q_k Q_f X_{fk}}{U_k U_f} \cos \varphi_{U_{kf}} \quad (1.24)$$

□ რეაქტიული სიმძლავრის დანაკარგები, გამოწვეული კვანძების რეაქტიული დატვირთვებით. როგორც პრაქტიკული დაკვირვებების ანალიზი გვიჩვენებს ანგარიშებში დასაშვებია მივიღოთ, რომ $\cos \varphi_{U_{kf}} \approx 1$ და $U_k \approx U_f \approx U_6$

მაშინ (1.23) - (1.24) გამოსახულება ჩაიწერება ამგვარად;

$$\Delta P_P = \frac{1}{U_6^2} \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n P_k P_f R_{fk} \quad (1.25)$$

$$\Delta P_Q = \frac{1}{U_6^2} \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n Q_k Q_f R_{fk} \quad (1.26)$$

$$\Delta Q_P = \frac{1}{U_6^2} \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n P_k P_f X_{fk} \quad (1.27)$$

$$\Delta Q_Q = \frac{1}{U_6^2} \sum_{f=1}^n \sum_{k=1}^n Q_k Q_f X_{fk} \quad (1.28)$$

(1.25)–(1.28) გამოსახულებები საშუალებას გვაძლევს საინჟინრო განგარიშებისთვის საკმარისი სიზუსტით განვსაზღვროთ ქსელში დანაკარგები. უფრო მაღალი სიზუსტისთვის საჭიროა ვისარგებლოთ (1.27-1.28) გამოსახულებებით.

1.3 აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობითი ნაზარდი ელექტრულ ქსელში

დანაკარგების ოპტიმიზაციის ღონისძიებათა შერჩევის ერთერთ მნიშვნელოვან კრიტერიუმს წარმოადგენს დანაკარგების მინიმიზაცია. (1.25) და (1.26) გამოსახულებების თანახმად ქსელში დანაკარგები დამოკიდებულია ქსელის

კვანძების დატვირთვაზე და ამ კვანძების საკუთარ და ურთიერთ წინაღობაზე.

აშკარაა, რომ ნებისმიერი სამომხმარებლო კვანძის რეაქტიული დატვირთვის შემცირება (კომპენსაცია) გამოიწვევს ქსელის აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების შემცირებას. ამასთან დანაკარგების შემცირების სისწრაფე ქსელის კვანძების საკუთარ და ურთიერთ წინაღობაზეა დამოკიდებული.

ქსელის f კვანძში რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის მიზანშეწონილობა შეფასებული უნდა იქნას იმ სიდიდით, რომელიც მოცემულ კვანძში რეაქტიული დატვირთვის შეცვლისას გვიჩვენებს ქსელში დანაკარგების შემცირების სისწრაფეს. ეს სიდიდე წარმოადგენს მოცემული კვანძის მიმართ აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობით ნაზარდს რეაქტიული დატვირთვის მიხედვით

$$\sigma_{f(Q)} = \frac{\partial \Delta P_Q}{\partial Q_f} \quad (1.29)$$

(1.27)-ის თანახმად გვაქვს

$$\sigma_{f(Q)} = \frac{2}{U_b^2} \sum_{k=1}^n R_{f,k} Q_k, \quad (1.30)$$

და შესაბამისად (1.26) შეიძლება ამგვარადაც ჩავწეროთ

$$\Delta P_Q = \frac{1}{2} \sum_{f=1}^n \sigma_{f,(Q)} Q_f \quad (1.31)$$

ამ გამოსახულების ანალოგიურად შეიძლება დავწეროთ

$$\Delta P_P = \frac{1}{2} \sum_{f=1}^n \sigma_{f,(P)} P_f \quad (1.32)$$

სადაც $\sigma_{f,(P)}$ წარმოადგენს f კვანძის მიმართ ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობით ნაზარდს აქტიური დატვირთვის მიხედვით

$$\sigma_{f(P)} = \frac{\partial \Delta P}{\partial P_f} \quad (1.33)$$

(1.31) და (1.32) გამოსახულებათა საფუძველზე ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების საანგარიშო გამოსახულება შეიძლება ამგვარად ჩავწეროთ

$$\Delta P = \frac{1}{2} \sum_{f=1}^n \sigma_{f,(P)} P_f + \sigma_{f,(Q)} Q_f \quad (1.34)$$

დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდის ფიზიკური არსის დასადგენად (1.29) წარმოვადგინოთ მცირე ნაზრდების საშუალებით

$$\sigma_f = \frac{\Delta(\Delta P_Q)}{\Delta Q_f} \quad (1.35)$$

აქ: $\Delta(P_Q)$ ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ნაზრდი.

ΔQ_f კვანძში რეაქტიული დატვირთვის ნაზრდი.

ამ გამოსახულებიდან ჩანს, რომ თუ $\Delta Q_f > 0$ მაშინ $\sigma_f = \Delta(\Delta P_Q)$. ე.ი. მოცემული კვანძისათვის აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდი რიცხობრივად ქსელში დანაკარგების ნაზრდის ტოლია, როცა მოცემულ კვანძში რეაქტიული დატვირთვა იზრდება ერთი ერთეულით.

(1.33) გამოსახულების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ: თუ $\Delta Q_f < 0$, მაშინ f კვანძში რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაცია $\Delta Q_f < 0$ გამოიწვევს ქსელში დანაკარგების გაზრდას ანუ $\Delta(\Delta P_Q) > 0$, თუ $\sigma_f < 0$ მაშინ იგივე კომპენსაცია გამოიწვევს დანაკარგების შემცირებას ანუ $\Delta(\Delta P_Q) < 0$

მაშასადამე რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის მიზანშეწონილობა უნდა ვეძებოთ იმ კვანძების მიხედვით, სადაც აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდი უარყოფითია

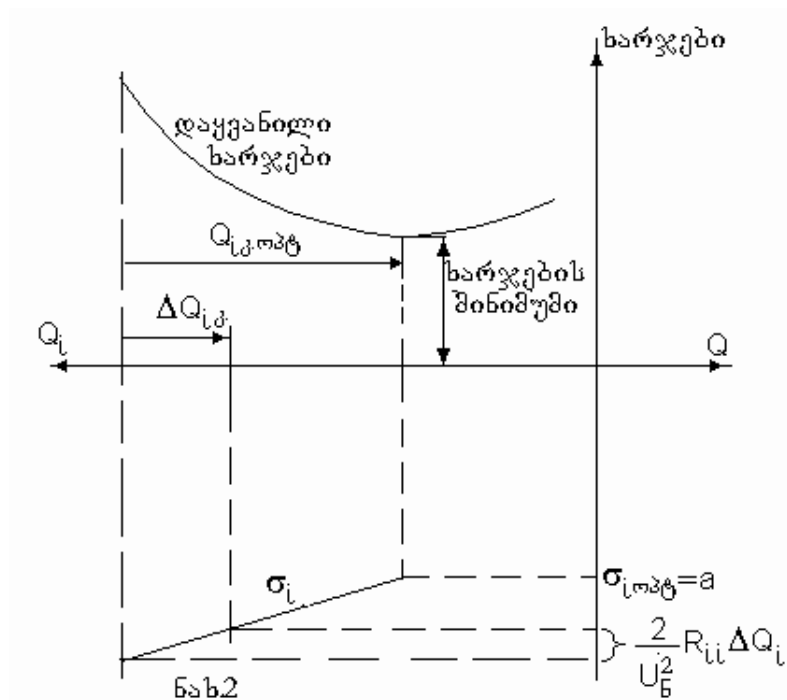
$$\sigma_f < 0 \quad (1.36)$$

(1.30)-ის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ქსელის ერთ რომელიმე კვანძში რომლისთვისაც ადგილი აქვს (1.36) უტოლობას, რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაცია გამოიწვევს დანაკარგების ფარდობით ნაზრდის ზრდას (აბსოლუტური სიდიდის შემცირებას) როგორც თვით ამ კვანძის მიმართ, ასევე სხვა კვანძების მიმართაც. თუ არ გავითვალისწინებთ იმ დანახარჯებს, რაც თან ახლავს მაკომპენსირებელი დანადგარის დაყენებას, მაშინ რეაქტიული

დატვირთვის კომპენსაცია დანაკარგების შემცირების თვალსაზრისით ეფექტურია მანამ, სანამ ქსელის ყველა კვანძისთვის დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდი არ გახდება ნულის ტოლი.

პრაქტიკულად, მაკომპენსირებელი დანადგარების დაყენება მოითხოვს მნიშვნელოვან კაპიტალურ და საექსპლოატაციო ხარჯებს და ამა თუ იმ კვანძისთვის დანადგარების ფარდობითი ნაზრდის ნულამდე გაზრდა ეკონომიკურად არამიზანშეწონილია. აქედან გამომდინარე, ცხადია, რომ მოცემული კონკრეტული ქსელის შემთხვევაში იარსებებს დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდის ცალსახად განსაზღვრული რაღაც ზღვრული სიდიდე, რომლის შემდეგ დატვირთვის შემდგომი კომპენსაცია არაეკონომიკურია (ნახ.1.1) ამ სიდიდეს ფარდობითი ნაზრდის ოპტიმალური სიდიდე ვუწოდოთ

$$\sigma_{\text{ოპტ}} = \alpha \quad (1.37)$$



ნახ.1.1

განვიხილოთ ქსელის რომელიმე i და j კვანძებში რეაქტიული დატვირთვის

კომპენსაციისას ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგებისა და ამ კვანძების მიმართ დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდის ცვლილების ხასიათი. ანალიზის გამარტივების მიზნით დავუშვათ, რომ

$$R_{ii} > R_{jj} \quad (1.38)$$

(1.32) გამოსახულების თანახმად დანაკარგების სიდიდე ნებისმიერი კვანძის დატვირთვაზე პირდაპირ კვადრატულ დამოკიდებულებაშია

$$\Delta P(Q_i) = \frac{1}{U_b^2} \left[R_{i,i} Q_i^2 + 2Q_i \sum_{k \neq 1}^n R_{ik} Q_k \right] \quad (1.39)$$

$$\Delta P(Q_j) = \frac{1}{U_b^2} \left[R_{j,j} Q_j^2 + 2Q_j \sum_{k \neq 1}^n R_{jk} Q_k \right] \quad (1.40)$$

უნდა აღინიშნოს, რომ როცა $R_{ii} > R_{jj}$, მაშინ უმრავლეს შემთხვევაში ადგილი აქვს აგრეთვე შემდეგ უტოლობას

$$R_{i,k} > R_{j,k} \quad (1.41)$$

აქედან გამომდინარე, i და j კვანძებში რეაქტიული დატვირთვის ერთი და იგივე სიდიდით კომპენსაციისას, ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები უფრო მეტად მცირდება იმ კვანძის შემთხვევაში, რომლის საკუთარი წინაღობაც უფრომეტია (ნახ.1.2) (1.39) და (1.40) გამოსახულებათა თანახმად განსახილველი კვანძების მიმართ დანაკარგების ფარდობითი ნაზარდი (1.35) დან გამომდინარე, გამოითვლება ფორმულით

$$\sigma_i = \frac{2}{U_b^2} \left[R_{i,i} Q_i + \sum_{k \neq 1}^n R_{ik} Q_k \right] \quad (1.42)$$

$$\sigma_j = \frac{2}{U_b^2} \left[R_{j,j} Q_j + \sum_{k \neq 1}^n R_{jk} Q_k \right] \quad (1.43)$$

ადვილათ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ადგილი აქვს აგრეთვე უტოლობას.

$$|\sigma_i| > |\sigma_j| \quad (1.44)$$

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე i და j კვანძებში რეაქტიული სიმძლავრის

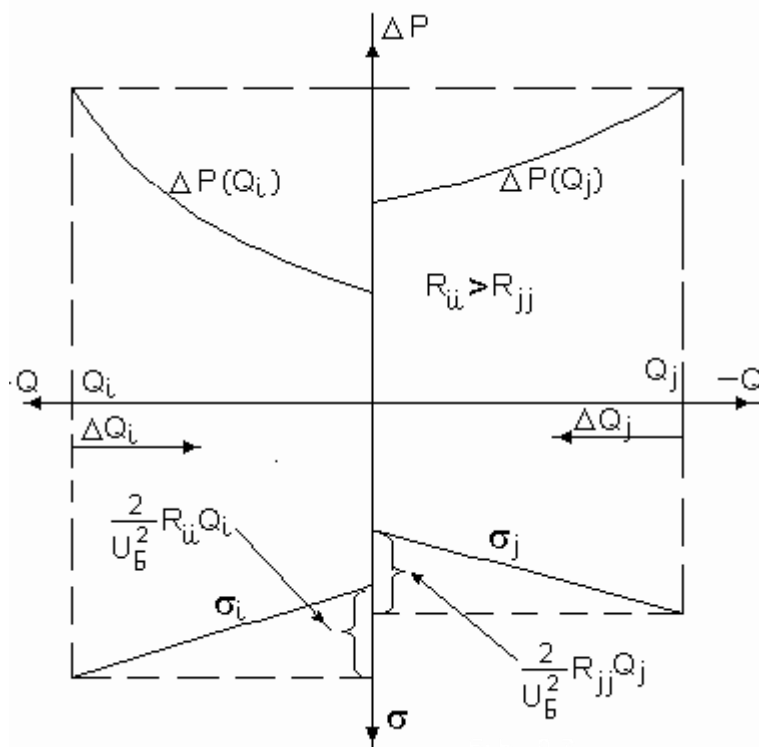
კომპენსაციისას ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგებისა და ამ კვანძების მიმართ დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდის ცვლილების ხასიათი შეიძლება ვაჩვენოთ 1.2. ნახაზზე წარმოდგენილი გრაფიკის სახით.

(1.42) და (1.43) გამოსახულებათა საფუძველზე ქსელის კვანძის მიმართ დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდი შეიძლება წარმოვადგინოთ ორი შესაკრების სახით, რომელთაგანაც ერთი განპირობებულია თვით ამ კვანძის დატვირთვებითა და საკუთარი წინააღობით

$$\sigma_i = \frac{2}{U_b^2} R_{i,i} Q_i \quad (1.45)$$

ხოლო მეორე კი განპირობებულია ქსელის დანარჩენი კვანძების დატვირთვებითა და ამ კვანძების განსახილველი კვანძის ურთიერთწინააღობებით

$$\sigma_i'' = \frac{2}{U_b^2} \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n R_{jk} Q_k \quad (1.46)$$



ნახ. 1.2

რადგანაც ქსელის უმრავლესი და განსაკუთრებით ელექტრულად უზორესი

კვანძისთვის, ადგილი აქვს უტოლობას

$$R_{i,k} < R_{i,i} \quad (1.47)$$

ამიტომ, მოცემულ კვანძში რეაქტიული დატვირთვის შეცვლა უფრო მეტად შეცვლის დანაკარგების ფარდობით ნაზრდს თვით ამ კვანძის მიმართ, ვიდრე სხვა რომელიმე კვანძის მიმართ.

მაშასადამე ქმედების ეფექტურობის თვალსაზრისით ეკონომიკურად უფრო მიზანშეწონილია რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაცია უპირველესად განახორციელდეს ელექტრულად უშორეს კვანძში, რომელიც დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდის უფრო დიდი აბსოლუტური მნიშვნელობით ხასიათდება.

1.4 რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის ამოცანის მათემატიკური მოდელი

რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური მოკპენსაციის გლობალურად დასმულ ამოცანაში გათვალისწინებული იქნება მკვებავი ქსელი, მის ქვემოთ ვერტიკალურ სტრუქტურაში მდებარე III, II და I დონეების ავტონომიური (ლოკალური) ქსელები და ამოხსნის მეტი სიზუსტის მისაღებად დამატებით იქნება გათვალისწინებული მკვებავი ქსელის სხვა კვანძებში მიერთებული ავტონომიურ ქსელებში რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის a ხარისხი.

ელექტრული ქსელის განვითარების პროექტირებისას საჭიროა განხილულ იქნას არსებული და ახლად დასაყენებელი მაკომპენსირებელ დანადგართა ყველაზე უფრო სახასიათო რეჟიმები მათი რეგულირების აუცილებელ დიაპაზონთა გამოვლენის მიზნით [2].

ნებისმიერი მეთოდი, რომლის დანიშნულებაცაა მაკომპენსირებელი დანადგარების განლაგება და ოპტიმალური სიმძლავრის შერჩევა, სხვა თანაბარ პირობებში დამატებით უნდა უზრუნველყოფდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

- საჭირო საწყისი ინფორმაციის მოცულობის შემცირება;
- გლობალური ამოცანის ამოხსნის სიზუსტე;

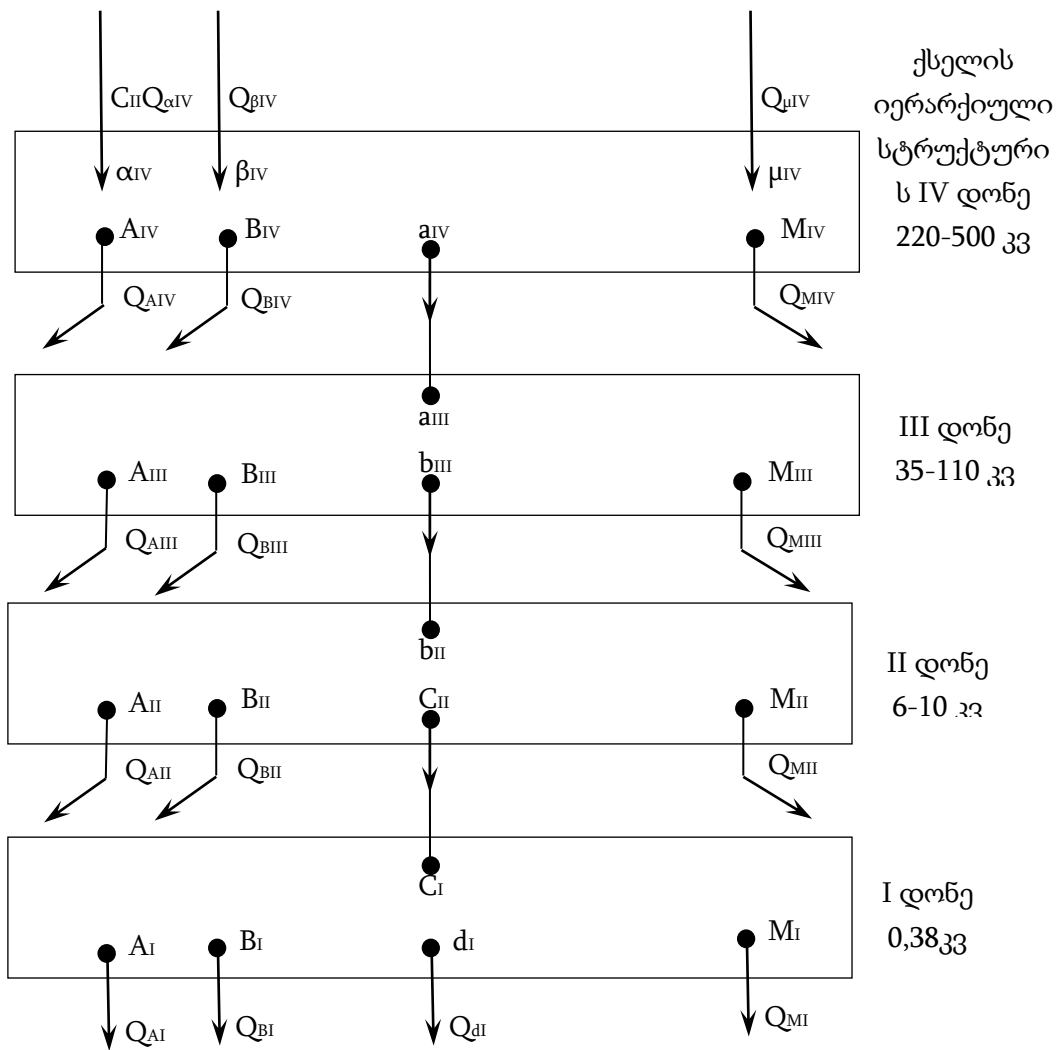
- ოპტიმიზაციის ამოცანის განტოლებათა სისტემის მოქნილობა და ადაპტიურობა, რაც იერარქიულ დონეებზე რეჟიმული ცვლილებების ოპერატიული გათვალისწინების შესაძლებლობის საშუალებას მოგვცემს.

რადგანაც ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდი σ_p და σ_d დამოკიდებულია შესაბამისი კვანძების აქტიურ და რეაქტიულ დატვირთვებს და გენერაციაზე, ამიტომ მაკომპენსირებელ დანადგართა განლაგებისა და ოპტიმალურ სიმძლავრის შერჩევის მათემატიკური მოდელის შესადგენად საკმარისია იერარქიული დონეების კვანძებში საწყის ინფორმაციად აღებული იქნეს დატვირთვასა და გენერაციის მხოლოდ რეაქტიული მდგენელები.

ელექტრული ქსელის იერარქიული სტრუქტურის სქემაზე (ნახ.1.3) გვაქვს შემდეგი აღვნიშვნები

- $\alpha_{IV}, \beta_{IV} \dots \mu_{IV}$ – IV დონის კვების წყაროების კვანძები შესაბამისი გენერაციებით, $(Q_{\alpha_{IV}}, Q_{\beta_{IV} \dots}, Q_{\mu_{IV}})$ რომელთაგანაც ერთერთი განიხილება, როგორც მახალანსირებელი კვანძი:
- $A_{IV}, B_{IV} \dots M_{IV}$ – IV დონის სამომხმარებლო კვანძები, სადაც ნაჩვენებია მომხმარებელთა რეაქტიული დატვირთვები $Q_{A_{IV}}, Q_{B_{IV} \dots}, Q_{M_{IV}}$;
- $A_{III}, B_{III} \dots M_{III}$ – III დონის სამომხმარებლო კვანძები შესაბამისი რეაქტიული დატვირთვებით $Q_{A_{III}}, Q_{B_{III}}, \dots, Q_{M_{III}}$;
- $A_{II}, B_{II}, \dots M_{II}$ – II დონის სამომხმარებლო კვანძები შესაბამისი რეაქტიული დატვირთვებით $Q_{A_{II}}, Q_{B_{II}}, \dots, Q_{M_{II}}$;
- $A_I, B_I, \dots M_I$ – I დონის სამომხმარებლო კვანძები შესაბამისი რეაქტიული დატვირთვებით $Q_{A_I}, Q_{B_I}, \dots, Q_{M_I}$

კავშირი იერარქიულ დონეებს შორის ხორციელდება შესაბამისად $\alpha_{IV} - \alpha_{III}$, $b_{III} - b_{II}$ და $c_{II} - c_I$ კავშირებით. ქსელის იერარქიული სტრუქტურის გათვალისწინებით რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის ამოცანა შეიძლება დასმული იქნეს სხვადასხვა სახით, იმის და მიხედვით, თუ ქსელის რომელი დონის კვანძებში გვსურს მაკომპენსირებელი დანადგარების დაყენება და მოცემულია თუ საძიებელია კვების წყაროების რეაქტიული გენერაცია (ცხრ.1).



ნახ.1. 3. ელექტრული ქსელის იერარქიული სტრუქტურა

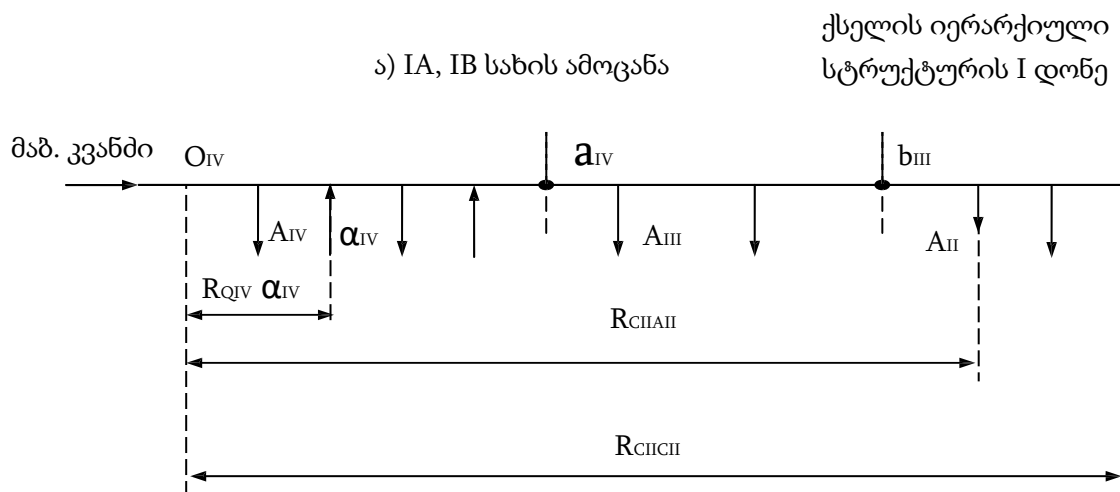
ცხრ. 1 ოპტიმიზაციის ამოცანათა კლასიფიკაცია სტრუქტურული დონეების მიხედვით

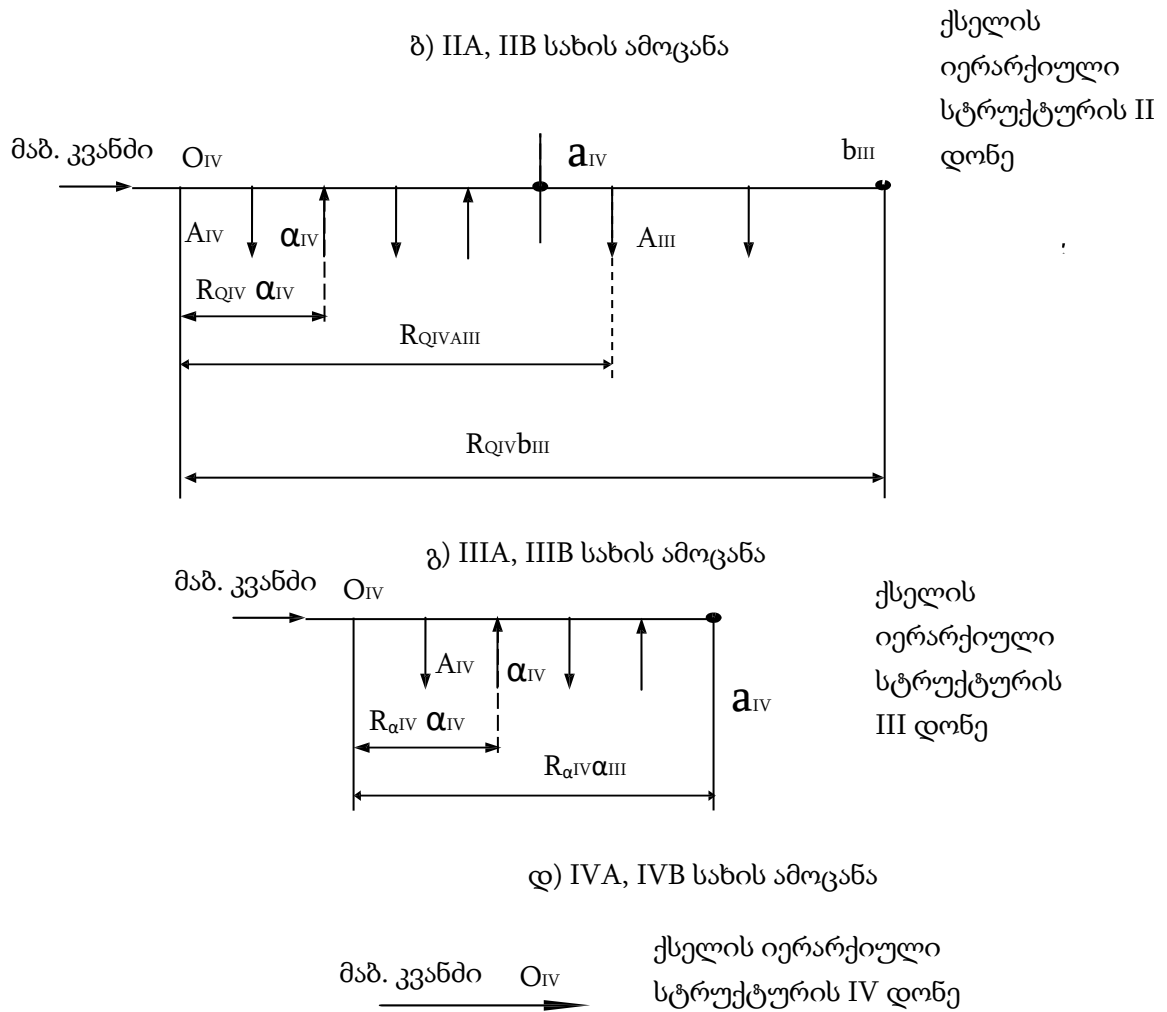
იერარქიის დონე	კვანძები, სადაც გათვალისწინებულია მაკომპენსირებელი დანადგარების დაყენება	კვების წყაროების რეაქტიული გენერაცია	ამოცანის ინდექსი
I	$A_I, B_I, \dots M_I$	სამიებელია	IA A
		მოცემულია	IB B

II	$A_{II}, B_{II}, \dots M_{II}$	საძიებელია	IIA A
		მოცემულია	IIB B
III	$A_{III}, B_{III} \dots M_{III}$	საძიებელია	IIIA A
		მოცემულია	IIIB B
IV	$A_{IV}, B_{IV} \dots M_{IV}$	საძიებელია	IV A A
		მოცემულია	IVB B

იერარქიული სტრუქტურის საფუძველზე დასმული ნებისმიერი სახის ამოცანა სქემატურად შეიძლება წარმოვადგინოთ რადიალური-მაგისტრალური ქსელის სახით, სადაც დატვირთვისა და გენერაციის კვანძები განლაგებული იქნებიან კვანძური წინააღმდეგობების მიხედვით (ნახ.1.4).

დასმული რვა სხვადასხვა სახის ამოცანიდან ყველაზე უფრო გლობალური ხასიათისაა I სახის ამოცანა, რადგანაც ამ ამოცანის ამოხსნისას, მთელი ქსელის ვერტიკალური იერარქიის გასწვრივ ყველა დონეზე, დადგენილი იქნება მაკომპენსირებელი დანადგარების ოპტიმალურ სიმძლავრეთა მნიშვნელობები და ამასთან განისაზღვრება გენერაციის წყაროების ოპტიმალური რეაქტიული დატვირთვები.





ნახ.1.4

ენერგეტიკის სისტემის ოპტიმალური რეჟიმის განსაზღვრის მეთოდები ეფუძვნება დაყვანილი ხარჯების მინიმუმის მოძებნას. რეჟიმის მაქსიმალური ეკონომიკურობის უზრუნველსაყოფად არსებობს მთელი რიგი საშვალეები, როგორცაა:

- ელექტროსადგურებს შორის აქტიური და რეაქტიული დატვირთვების განაწილება;
- რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაცია;
- მუშაობაში ჩართული აგრეგატთა ოპტიმალური რიცხვის დადგენა;
- ელექტროსისტემაში სიმძლავრის ოპერატიული რეზერვის ოპტიმალური შერჩევა;
- სისტემის ოპტიმალური სქემის შერჩევა;

□ სიხშირისა და ძაბვის ოპტიმალური რეგულირება.

მათემატიკური თვალსაზრისით ოპტიმიზაციის ამოცანა დაიყვანება მრავალი ცვლადის ფუნქციის მინიმუმის მოძიების ამოცანამდე. ეს ცვლადები არ არიან დამოუკიდებელნი, არამედ გააჩნიათ მთელი რიგი შეზღუდვები და ურთიერთ კავშირები.

ნებისმიერი ტექნოლოგიური პროცესის ამსახველი სრული მათემატიკური მოდელი ზოგადად მოიცავს განტოლებათა ხუთ ჯგუფს:

1. მიზნის (ეფექტურობის) ფუნქცია;
2. კავშირის განტოლებები;
3. შეზღუდვის განტოლებები;
4. ოპტიმალური მართვის განტოლებები;
5. ადაპტაციის განტოლებები.

მიზნის ფუნქცია გვიჩვენებს დასმული მიზნისადმი ამა თუ იმ ამონახსნის შესაბამისობის ხარისხს, რაც მათემატიკური თვალსაზრისით ჩაიწერება შემდეგი სახით

$$F(x_i) \Rightarrow \min \quad (1.48)$$

კავშირის განტოლებები აღწერენ სისტემის ტექნოლოგიურ პროცესს და გვიჩვენებს საძიებელი პარამეტრების კავშირს სისტემის მდგომარეობის დანარჩენ პარამეტრებთან. ასეთი პარამეტრი ზოგადად განიხილება როგორც პროცესის, ობიექტის, ელემენტის მახასიათებელი პარამეტრი. თუ დროის განმავლობაში ეს მახასიათებელი არ იცვლება მაშინ ობიექტი განიხილება, როგორც სტაციონალური. ობიექტის არასტაციონალურობა ართულებს მათემატიკურ მოდელირებას.

შეზღუდვა შეიძლება მოცემული იქნეს, როგორც ტოლობის ასევე უტოლობის სახით:

$$W(x_i) = 0 \quad (1.49)$$

და

$$x_{i,min} \leq x_i \leq x_{i,max} \quad (1.50)$$

ასევე შეზღუდვა შეიძლება იყოს ორგანიზაციული ხასიათის. მაგალითად, დირექტიული გადაწყვეტილება, რომელსაც კანონის ძალა აქვს და სავალდებულოა შესასრულებლად. ანალოგიურად შეიძლება გაგვაჩნდეს სოციალური-შრომითი ხასიათის შეზღუდვები [18].

ოპტიმალური მართვის განტოლება წარმოადგენს ოპტიმიზაციის ძირითად შედეგს. მართვის კანონის მოძიება შეადგენს სისტემის ფუნქციონირების ოპტიმიზაციის საბოლოო ეტაპს, რომლისთვისაც გამოიყენება ოპტიმიზაციის მეთოდები.

ადაპტაციის განტოლებები მართვის ავტომატური სისტემაში, სისტემის მუშაობის საწყისი განუსაზღვრელობის პირობებში, ეს არის შეგუებადი სისტემა, რომელიც გულისხმობს სისტემის პარამეტრების, სტრუქტურის და ძირითად მიმდინარე ინფორმაციაზე მართვადი ზემოქმედების ცვლილების პროცესს სისტემის ოპტიმალური მდგომარეობის მიღწევის მიზნით.

ელექტრული ქსელების მიმართებაში ადაპტაცია ნიშნავს სამართავი ობიექტის მუშაობის პირობებისადმი ალგორითმთა არსებული ურთიერთდაკავშირებული სისტემის საუკეთესო გადაწყობას. ენერგეტიკის ობიექტის მუშაობისას განტოლებათა ადაპტაციური სისტემა ითვალისწინებს მუშაობის მიზნებისა და მისი მახასიათებლების ცვლილებას.

ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნისას ფართოდ გამოიყენება ლაგრანჟის განუსაზღვრელ მამრავლთა მეთოდი, რომლის დროსაც (1.48) მიზნობრივი ფუნქციის მინიმუმის მოძიების ნაცვლად განიხილება ლაგრანჟის ფუნქციის მინიმუმის მოძიება, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე

$$L = F + \sum_{t=1}^{nt} \lambda_t W_t \quad (1.51)$$

სადაც: λ_t - მუდმივი მამრავლებია, რომელთაც ლაგრანჟის განუსაზღვრელ მამრავლებს უწოდებენ;

W_t -შეზღუდვის განტოლება;

n_t - შეზღუდვის განტოლებათა რაოდენობა.

საძიებელი ცვლადების მიმართ ლაგრანჟის ფუნქციის კერძოდ წარმოებულთა ნულთან განტოლებით მივიღებთ ოპტიმიზაციის განტოლებათა სისტემას

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial x_1} &= \frac{\partial F}{\partial x_1} + \sum_{t=1}^{n_t} \lambda_t \frac{\partial W_t}{\partial x_1} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial x_2} &= \frac{\partial F}{\partial x_2} + \sum_{t=1}^{n_t} \lambda_t \frac{\partial W_t}{\partial x_2} = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial x_n} &= \frac{\partial F}{\partial x_n} + \sum_{t=1}^{n_t} \lambda_t \frac{\partial W_t}{\partial x_n} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (1.52)$$

(1.52) სახის n რაოდენობისა და (1.49) სახის n_t რაოდენობის კავშირის განტოლებებით შევადგენთ $(n + n_t)$ რაოდენობის განტოლებათა სისტემას, სადაც უცნობთა საერთო რაოდენობა ასევე $(n + n_t)$ -ს ტოლია, მათ შორის n რაოდენობის საძიებელი ცვლადი $x_1, x_2 \dots x_n$ და n_t რაოდენობის ლაგრანჟის მამრავლი $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$.

განტოლებათა ამ სისტემის ამოხსნისას გათვალისწინებული უნდა იქნას (1.50) სახის უტოლობათა სისტემა.

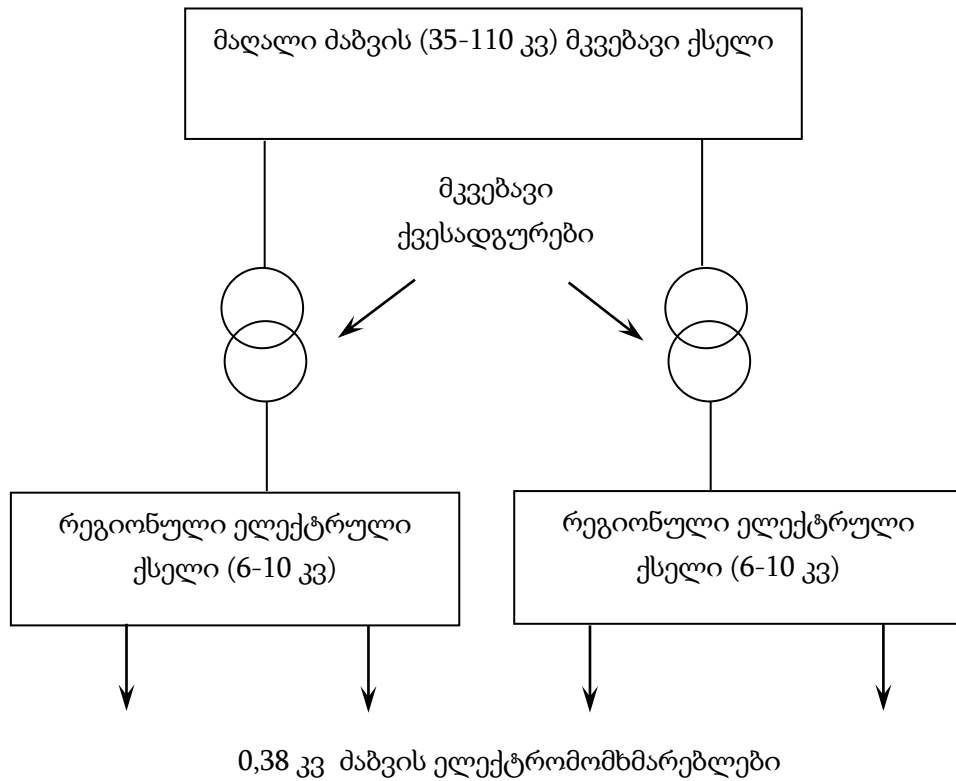
1.5 რეგიონულ ელექტრულ ქსელში რეაქტიული დატვირთვის

ოპტიმალური კომპენსაცია

რეგიონული ელექტრული ქსელი ემსახურება მაღალი ძაბვის (35-110) მკვებავი ელექტრული ქსელიდან დაბალი ძაბვის (6-10 კვ) სატრანსფორმატორო ქვესადგურამდე ელექტრული ენერჯიის ტრანსპორტირებას (ნახ.1.5)

სისტემური მიდგომის პრინციპის თანახმად ერთი რომელიმე რეგიონული ელექტრული ქსელის რეჟიმის ოპტიმიზაციის ესა თუ ის ამოცანა განხილული უნდა იქნეს ყველა რეგიონულ ელექტრულ ქსელებს შორის ელექტრული კავშირის ანუ ურთიერთ გავლენის წინააღმდეგ გათვალისწინებით. როგორც ეს ადრე აღვნიშნეთ, მოცემულ რეგიონალურ ქსელში ზემოთ აღნიშნული ხასიათის ამოცანის ამოხსნისთვის ტერიტორიულად და ადმინისტრაციულად დაშორებული სხვა რეგიონული ქსელების შესახებ ყველა საწყისი სათანადო ხარისხის ინფორმაციის

მოპოვება ელექტრული სისტემის მასშტაბურობის გამო მოუხერხებელია და ზოგჯერ პრაქტიკულად შეუძლებელი. ამასთან განსახილველ რეგიონულ ქსელში რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნისას სხვა რეგიონულ ქსელებში ანალოგიური ამოცანის ამოხსნის შედეგების გაუთვალისწინებლობა იწვევს ოპტიმალურთან შედარებით კომპენსაციის ხარისხის ამაღლებას (1.54).



ნახ.1.5

როგორც ვიცით რეგიონულ ქსელებს შორის ურთიერთკავშირი ხორციელდება ამ ქსელების კვანძების დამაკავშირებელი იერარქიული ვერტიკალური სტრუქტურის ერთი დონით უფრო მაღალი ელექტრული ქსელის გავლით.

ზოგადად რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის განტოლებათა სისტემა 4.3 ნახაზზე წარმოდგენილი ელექტრული ქსელებისთვის შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\frac{2}{U_6^2} \sum_{j=1}^k R_{ij} Q_{ji} + \frac{2}{U_6^2} \sum_{j=k+1}^n R_{ij} Q_{ji} + \frac{2}{U_6^2} \sum_{j=1}^k R_{ij} Q_j + \frac{2}{U_6^2} \sum_{j=k+1}^n R_{ij} Q_j = a \quad (1.54)$$

აქ: $i, j = 1, 2, \dots, K$ განსახილველი რეგიონული ქსელის (დაბალი ძაბვის მანაწილებელი ქსელის) კვანძების ნომრები, ამასთან K ამ ქსელის მაღალი ძაბვის

ქსელთან მიერთების კვანძის ნომერი, ხოლო $i, j = K + 1, K + 2 \dots n$ მაღალი ძაბვის მკვებავი ქსელის კვანძების ნომრებია.

ამ კვანძებთან მიერთებული დანარჩენი რეგიონული ქსელის ჯამური დატვირთვა განიხილება, როგორც ამ კვანძის ჯამური რეზულტიური დატვირთვა.

რეგიონული ქსელის მაღალი ძაბვის ქსელთან დამაკავშირებელი კვანძის ნომერი ავლნიშნოთ m -ით, $m \in (K + 1, K + 2 \dots n)$.

მივიღოთ, რომ $K + 1, K + 2 \dots n$ კვანძებში განხორციელებულია რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაცია $\beta_0 = \frac{\theta_0}{tg\varphi_0}$ ხარისხით, მაშინ (1.54) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\frac{2}{U_b^2} \sum_{j=1}^k R_{ij} Q_{ji} + \frac{2}{U_b^2} \sum_{j=1}^k R_{ij} Q_j + (1 - \beta_0) \frac{2}{U_b^2} \sum_{j=k+1}^n R_{ij} Q_j = a \quad (1.55)$$

სიდიდე

$$\frac{2}{U_b^2} \sum_{j=k+1}^n R_{ij} Q_j = \sigma' \quad (1.56)$$

წარმოადგენს დაბალი ქსელის განსახილველი რეგიონული მაღალი ძაბვის მკვებავ ქსელთან მიერთების K კვანძის მიმართ აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობით ნაზრდს, განპირობებულს მკვებავი ქსელის სხვა დანარჩენი ქსელების რეზულტიური დატვირთვებით, რომელიც შედარებით მარტივად დადგინდება მხოლოდ მკვებავი ქსელის პარამეტრების საშუალებით.

შესაბამისად გვაქვს:

$$\frac{2}{U_b^2} \sum_{j=1}^k R_{ij} Q_{ji} + \frac{2}{U_b^2} \sum_{j=1}^k R_{ij} Q_j + (1 - \beta_0) \sigma'_k = a$$

ანუ

$$\sum_{j=1}^k R_{ij} Q_{ji} = - \sum_{j=1}^k R_{ij} Q_j + [(1 - \beta) \sigma'_k - a] \frac{U_b^2}{2}. \quad (1.57)$$

მიღებული გამოსახულება წარმოადგენს განსახილველ რეგიონულ ელექტრულ ქსელში რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის ამოცანის ამოხსნის გამარტივებულ მათემატიკურ მოდელს.

β კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა სხვადასხვა სახასიათო პარამეტრების მქონე რეგიონული ქსელებისთვის, ზოგადად სხვადასხვა სიზუსტით შეგვიძლია დავადგინოთ ცხრილი 1-ის მიხედვით.

მაღალი ძაბვის მკვებავი ქსელის პარამეტრის საშუალებით განვსაზღვრავთ განსახილველ რეგიონული ქსელისათვის $R_{k,k}$ საკუთარ წინალობას და შესაბამისად σ' -ს

$$\sigma' = \frac{2R_{K,K}Q_{K\Sigma}}{U_{\beta}^2} \quad (1.58)$$

სადაც $Q_{K\Sigma}$ - განსახილველ რეგიონული ქსელის ჯამური რეაქტიული დატვირთვა.

ამავე მაღალი ძაბვის მკვებავი ქსელის მონაცემების მიხედვით განვსაზღვრავთ σ_K -ს და შესაბამისად დავადგენთ

$$\sigma'_K = \sigma_K - \sigma \quad (1.59)$$

(1.57) განტოლებათა სისტემაში შემავალი $R_{i,j}$ საკუთარი და ურთიერთ წინალობები გამოთვლილი უნდა იქნეს მაღალი ძაბვის მკვებავ ქსელში აღებული მაბალანსირებელი კვანძის მიმართ

$$R_{i,j} = R_{K,K} + R'_{i,j} \quad i, j = 1, 2 \dots K \quad (1.60)$$

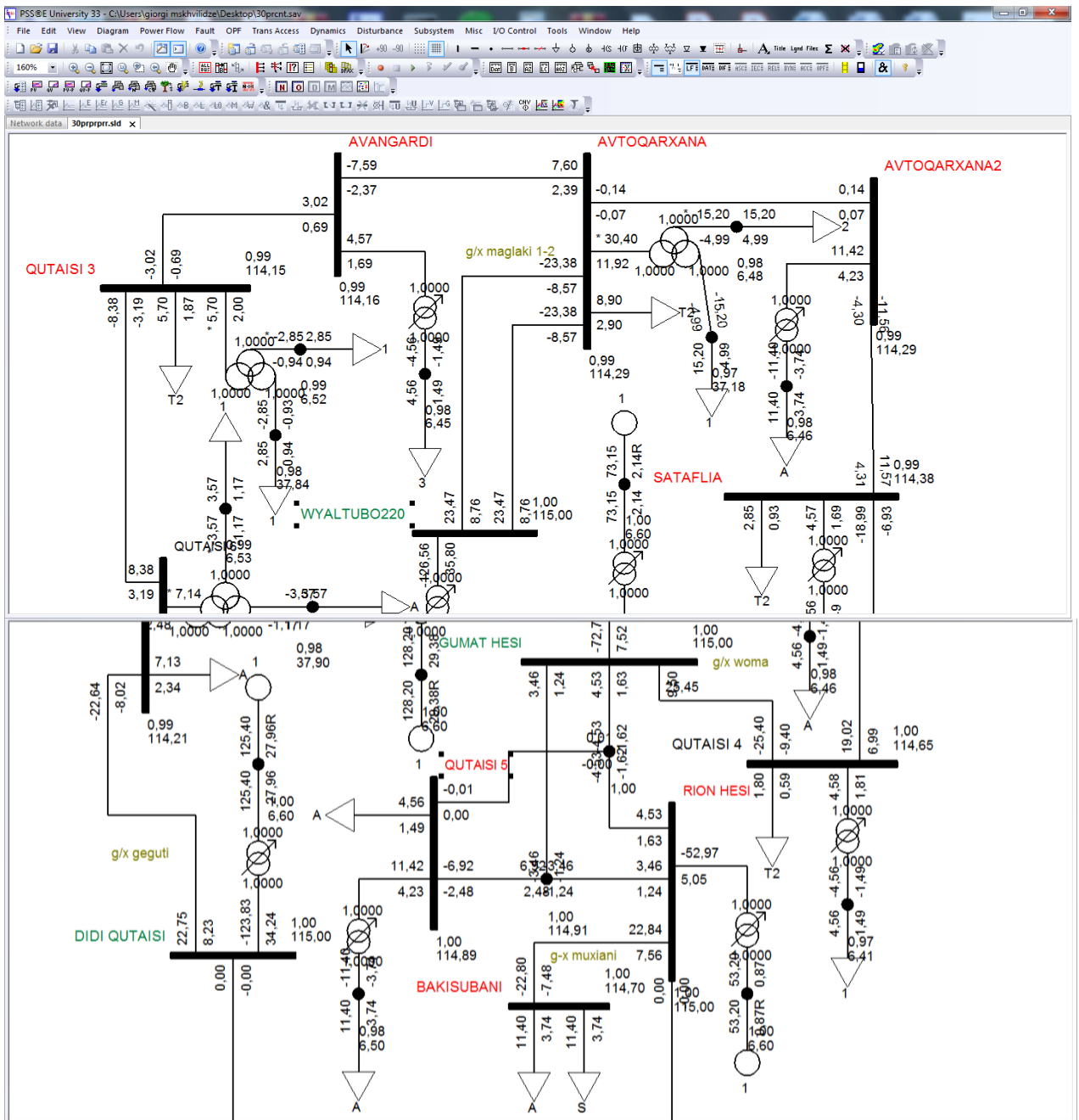
სადაც $R'_{i,j}$ - დაბალი ძაბვის რეგიონული ქსელის კვანძების საკუთარი და ურთიერთწინალობა, გამოთვლილი K კვანძის მიმართ.

(1.57) გამარტივებული მათემატიკური მოდელი საშუალებას გვაძლევს საინჟინრო გაანგარიშებისათვის საკმარისი სიზუსტით ამოვხსნათ განსახილველ რეგიონულ ქსელში რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის ამოცანა, ამოხსნისათვის საჭირო საწყისი არადეტერმინირებული ინფორმაციის პირობებშიც კი.

თავი II

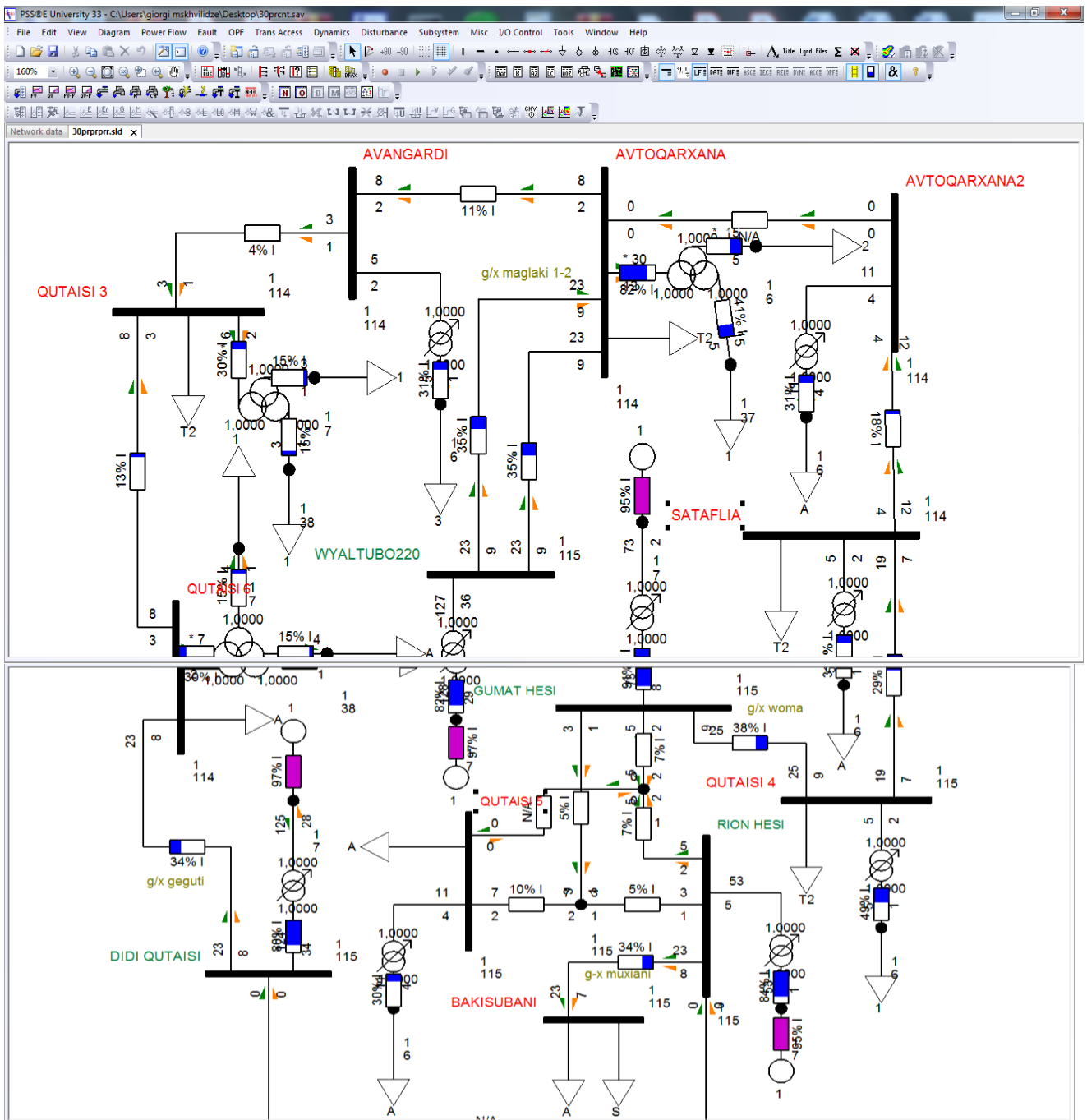
2.1 ქ. ქუთაისის 110 კვ ქსელის რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში არსებულ დატვირთვისას

ძალიან ტრანსფორმატორების დღეს რეალურად არსებული დატვირთვის შემთხვევაში როცა სიმძლავრის კოეფიციენტია 0,95 გაანგარიშების შედეგი აჩვენებს რომ ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს. ძაბვის სიდიდე და დანაკარგები არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს. ხაზების გენერირებული რეაქტიული ენერგია უმნიშვნელოა.



ნახ.2.1 ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში

ნახ 2.1-ზე წარმოდგენილია ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS-ს(Power System Simulator for Engineering) და გაანგარიშების შედეგები ესეიგი ქსელის მუშაობის რეჟიმის პარამეტრები ანუ სამიებელი (ინფორმაცია) პარამეტრები, კერძოდ ძაბვა ქსელის ყველა კვანძში ასევე აქტიური და რეაქტიული ენერჯის სიდიდეები ყველა კვანძში და ყველა ხაზის თავსა და ბოლოში.



ნახ. 2.2 რეჟიმის ამსახავი სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში

ნახ. 2.2 წარმოადგენს რეჟიმის ამსახავ სქემას ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-(Power System Simulator for Engineering) და მასზე წარმოდგენილია ხაზების დატვირთულობა პროცენტულად და ნაკადგანაწილება.

ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბაკისუბანი იტვირთება 13%-ით.

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ავანგარდის დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი იტვირთება 4%-ით.

ქ/ს ავანგარდის და ქ/ს ავტოქარხანას დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი 1 იტვირთება 11%-ით.

ქ/ს ავტოქარხანას და ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის დამაკავშირებელი ხაზი საქარხნო იტვირთება 0%-ით

ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის და ქ/ს სათაფლიის დამაკავშირებელი ხაზი გორა იტვირთება 18%-ით

ქ/ს სათაფლიის და ქ/ს ქუთაისი 4-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბანოჯა იტვირთება 29% ით.

ქ/ს ქუთაისი 4-ის და გუმათ ქესის დამაკავშირებელი ხაზი ჭომა იტვირთება 38%-ით.

გუმათ ჰესისა და რიონ ჰესის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1 და მოწამეთა 2 დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 7 %-ით.

ქ/ს ქუთაისი 5-ის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1-თან და მოწამეთა 2-თან დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 10%-ით.

რიონ ჰესისა და ქ/ს ბაკისუბნის დამაკავშირებელი ხაზი მუხიანი დაიტვირთება 34%-ით

რიონ ჰესისა და ქ/ს დიდი ქუთაისის დამაკავშირებელი ხაზი სარბევი დაიტვირთება 0%-ით.

ქ/ს დიდი ქუთაისისა და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი გეგუთი დაიტვირთება 34%-ით.

2.2 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვისას

ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაში როცა სიმძლავრის კოეფიციენტია 0,95 და დატვირთვა ინსტრუქციის მიხედვით განაწილებული შემდეგნაირად:

დატვირთვის აქტიური და რეაქტიული მდგენელები რომელთა სიდიდე არაა დამოკიდებული ძაბვაზე $P = const, Q = const$ არის 50%.

დატვირთვის აქტიური და რეაქტიული მდგენელები რომელთა სიდიდე პირდაპირ პროპორციულია ძაბვის სიდიდის $P = K_1 U$ და $Q = K_1 U$ არის 30%.

დატვირთვის აქტიური და რეაქტიული მდგენელები რომელთა სიდიდე პირდაპირ პროპორციულია ძაბვის კვადრატისა $P = gU^2$ და $Q = bU^2$ არის 20 %.

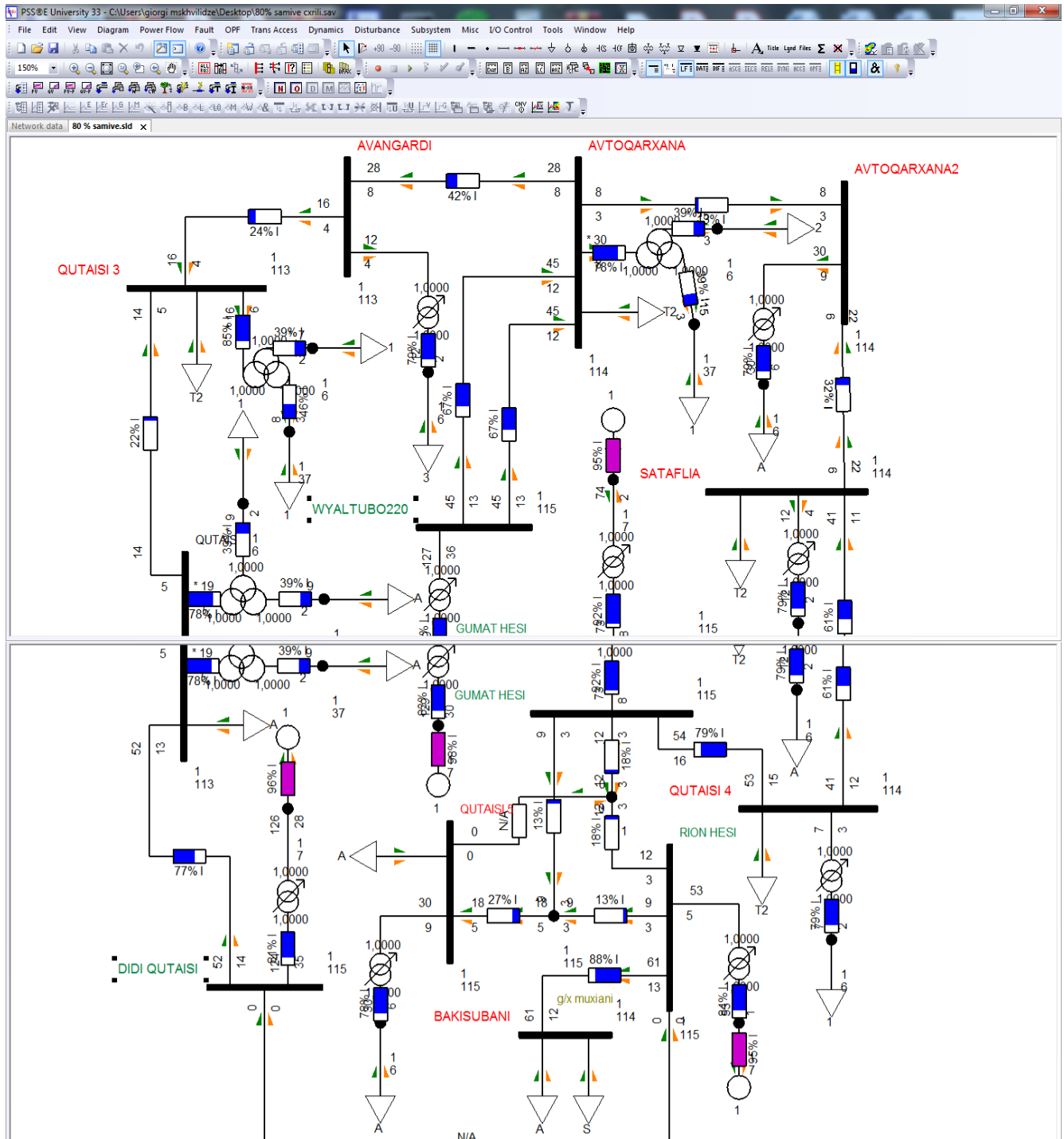
ნახ. 2.3 წარმოადგენს რეჟიმის ამსახავ სქემას ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-ს(Power System Simulator for Engineering) და მასზე წარმოდგენილია ხაზების დატვირთულობა პროცენტულად და ნაკადგანაწილება. ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბაკისუბანი იტვირთება 22%-ით. ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ავანგარდის დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი იტვირთება 24%-ით. ქ/ს ავანგარდის და ქ/ს ავტოქარხანას დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი 1 იტვირთება 42%-ით.

ქ/ს ავტოქარხანას და ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის დამაკავშირებელი ხაზი საქარხნო იტვირთება 13%-ით. ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის და ქ/ს სათაფლიის დამაკავშირებელი ხაზი გორა იტვირთება 32%-ით. ქ/ს სათაფლიის და ქ/ს ქუთაისი 4-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბანოჯა იტვირთება 61% ით.

ქ/ს ქუთაისი 4-ის და გუმათ ქესის დამაკავშირებელი ხაზი ჭომა იტვირთება 79%-ით. გუმათ ჰესისა და რიონ ჰესის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1 და მოწამეთა 2 დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 18 %-ით. ქ/ს ქუთაისი 5-ის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1-თან და მოწამეთა 2-თან დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 27%-ით. როინ ჰესისა და ქ/ს ბაკისუბნის დამაკავშირებელი ხაზი მუხიანი დაიტვირთება 88%-ით.

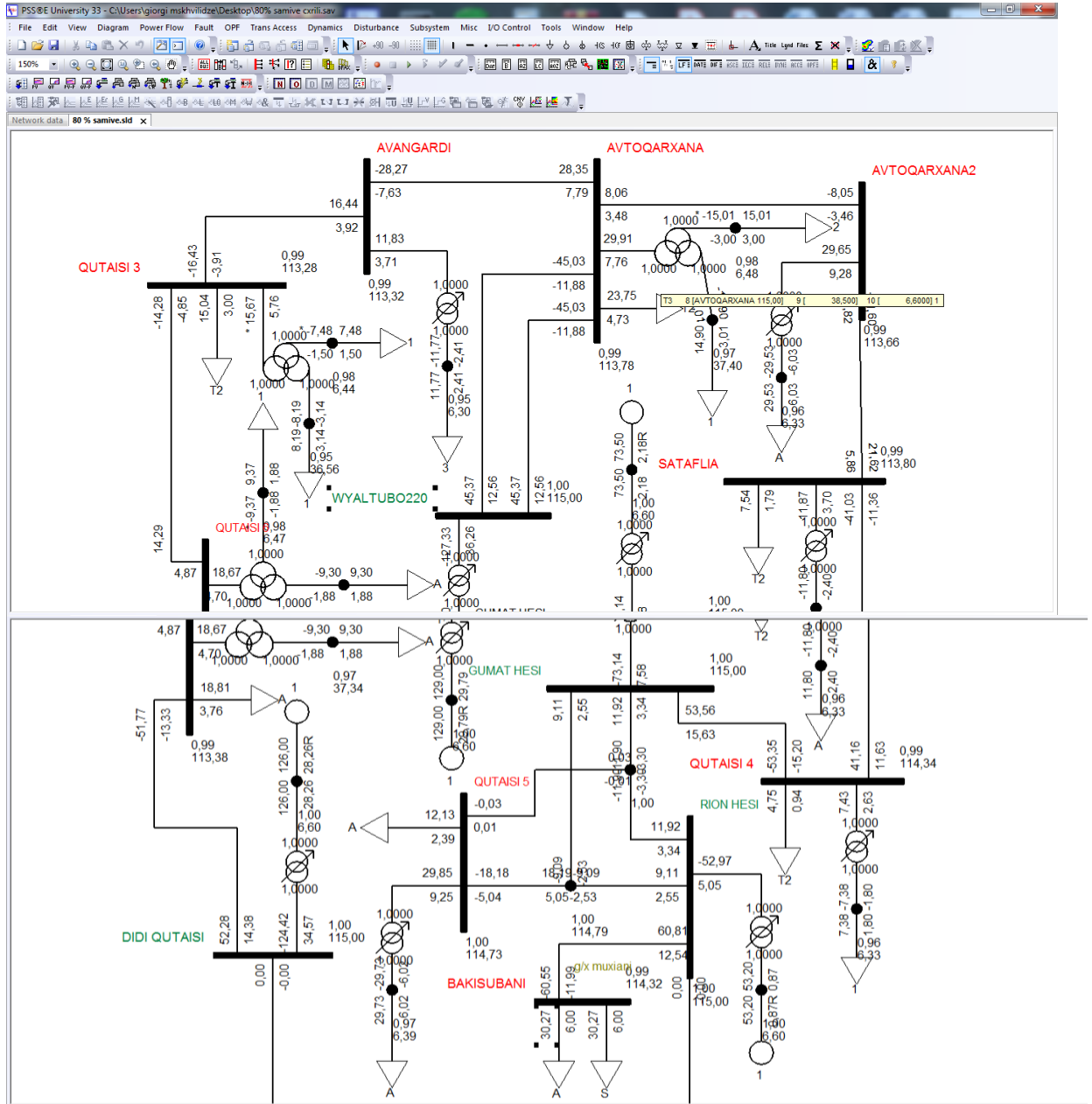
რომ ჰესისა და ქ/ს დიდი ქუთაისის დამაკავშირებელი ხაზი სარბევი დაიტვირთება 0%-ით. ქ/ს დიდი უთაისისა და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი გეგუთი დაიტვირთება 77%-ით.



ნახ. 2.3 ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში

ნახ. 2.4-ზე წარმოდგენილია ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS-ს(Power System Simulator for Engineering)

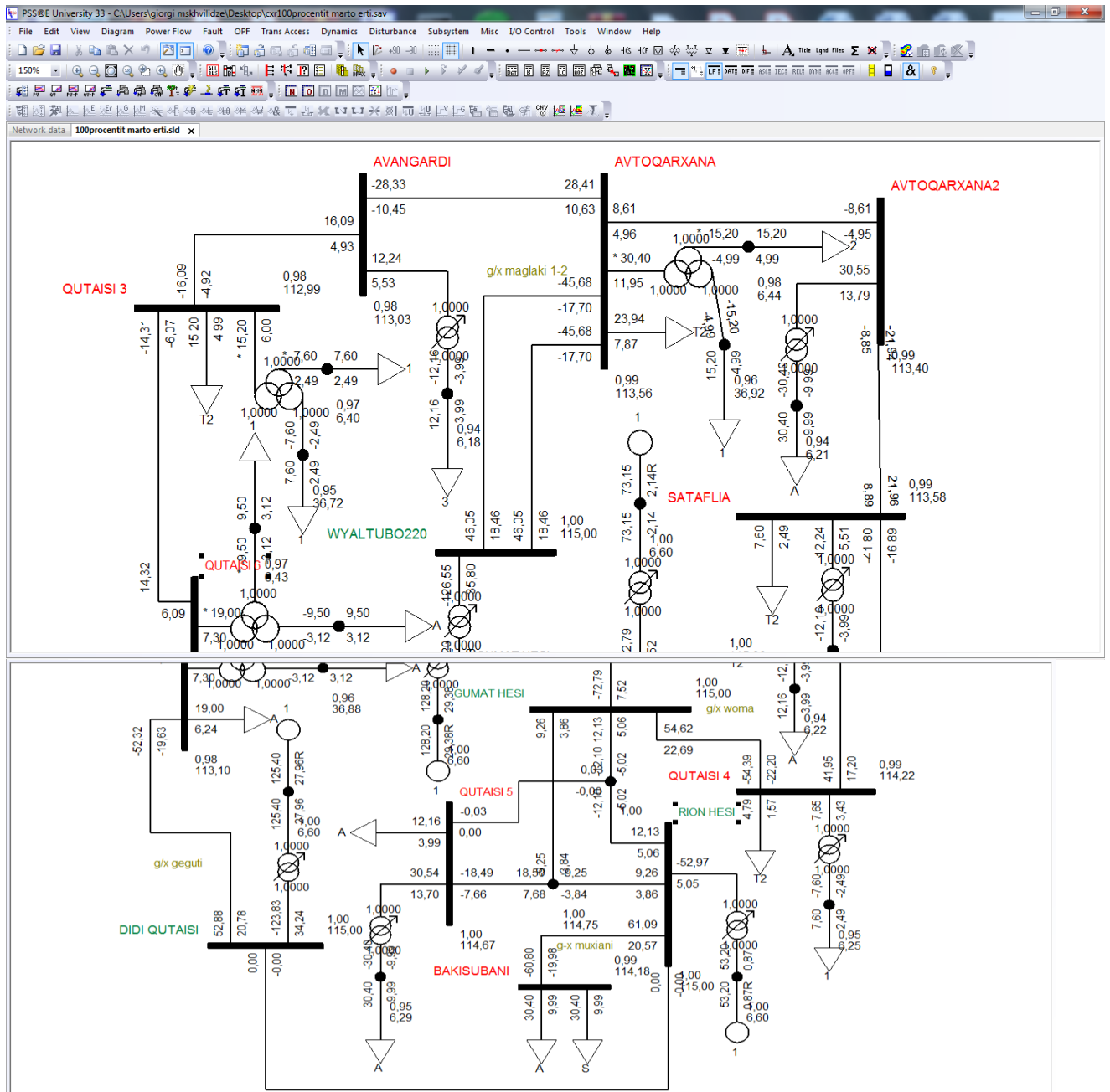
და განგარიშების შედეგები ესეგი ქსელის მუშაობის რეჟიმის პარამეტრები ანუ საძიებელი (ინფორმაცია) პარამეტრები, კერძოდ ძაბვა ქსელის ყველა კვანძში ასევე აქტიური და რეაქტიული ენერჯის სიდიდეები ყველა კვანძში და ყველა ხაზის თავსა და ბოლოში. განგარიშების შედეგი აჩვენებს რომ ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს. ძაბვის სიდიდე და დანაკარგები არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს. ხაზების გენერირებული რეაქტიული ენერჯია უმნიშვნელოა.



ნახ. 2.4

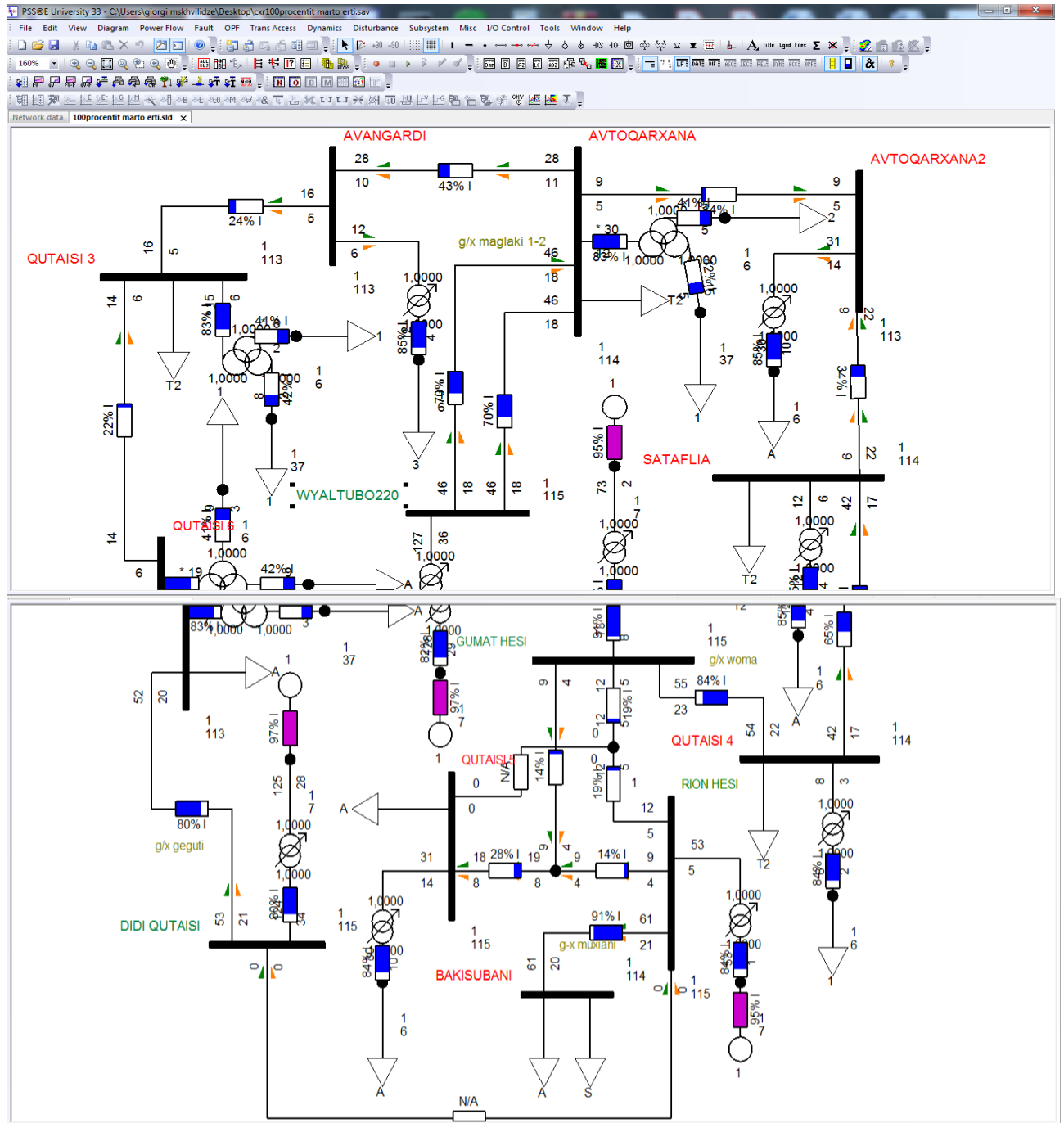
2.3 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვისას როცა $P = const, Q = const$

ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაში როცა სიმძლავრის კოეფიციენტი 0,95 და დატვირთვის სიდიდე არაა დამოკიდებული ძაბვაზე $P = const, Q = const$ გაანგარიშების შედეგი აჩვენებს რომ ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს. ძაბვის სიდიდე და დანაკარგები არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს. ხაზების გენერირებული რეაქტიული ენერგია უმნიშვნელოა.



ნახ. 2.5 ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში

ნახ. 2.5-ზე წარმოდგენილია ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-ს(Power System Simulator for Engineering) და გაანგარიშების შედეგები ესეიგი ქსელის მუშაობის რეჟიმის პარამეტრები ანუ სამიებელი (ინფორმაცია) პარამეტრები, კერძოდ მაზვა ქსელის ყველა კვანძში ასევე აქტიური და რეაქტიული ენერჯის სიდიდეები ყველა კვანძში და ყველა ხაზის თავსა და ბოლოში.



ნახ.2.6 რეჟიმის ამსახავი სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში

ნახ. 2.6 წარმოადგენს რეჟიმის ამსახავ სქემას ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-(Power System Simulator for Engineering) და მასზე წარმოდგენილია ხაზების დატვირთულობა პროცენტულად და ნაკადგანაწილება.

ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბაკისუბანი იტვირთება 22%-ით.

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ავანგარდის დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი იტვირთება 24%-ით.

ქ/ს ავანგარდის და ქ/ს ავტოქარხანას დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი 1 იტვირთება 43%-ით.

ქ/ს ავტოქარხანას და ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის დამაკავშირებელი ხაზი საქარხნო იტვირთება 14%-ით

ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის და ქ/ს სათაფლიის დამაკავშირებელი ხაზი გორა იტვირთება 34%-ით

ქ/ს სათაფლიის და ქ/ს ქუთაისი 4-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბანოჯა იტვირთება 65% ით.

ქ/ს ქუთაისი 4-ის და გუმათ ქესის დამაკავშირებელი ხაზი ჭომა იტვირთება 84%-ით.

გუმათ ჰესისა და რიონ ჰესის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1 და მოწამეთა 2 დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 19 %-ით.

ქ/ს ქუთაისი 5-ის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1-თან და მოწამეთა 2-თან დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 28%-ით.

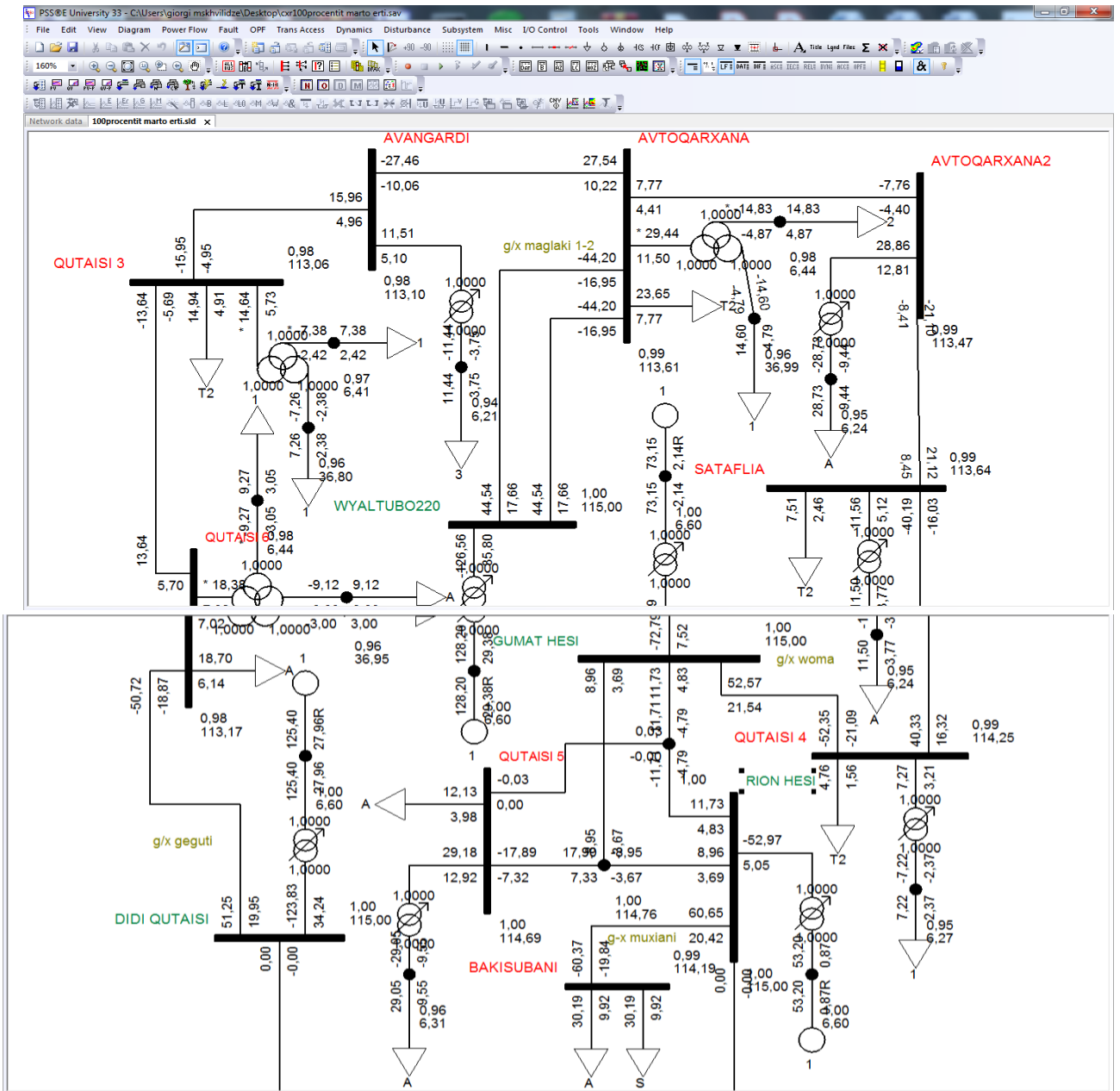
რიონ ჰესისა და ქ/ს ბაკისუბნის დამაკავშირებელი ხაზი მუხიანი დაიტვირთება 91%-ით

რიონ ჰესისა და ქ/ს დიდი ქუთაისის დამაკავშირებელი ხაზი სარბევი დაიტვირთება 0%-ით.

ქ/ს დიდი ქუთაისისა და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი გეგუთი დაიტვირთება 80%-ით.

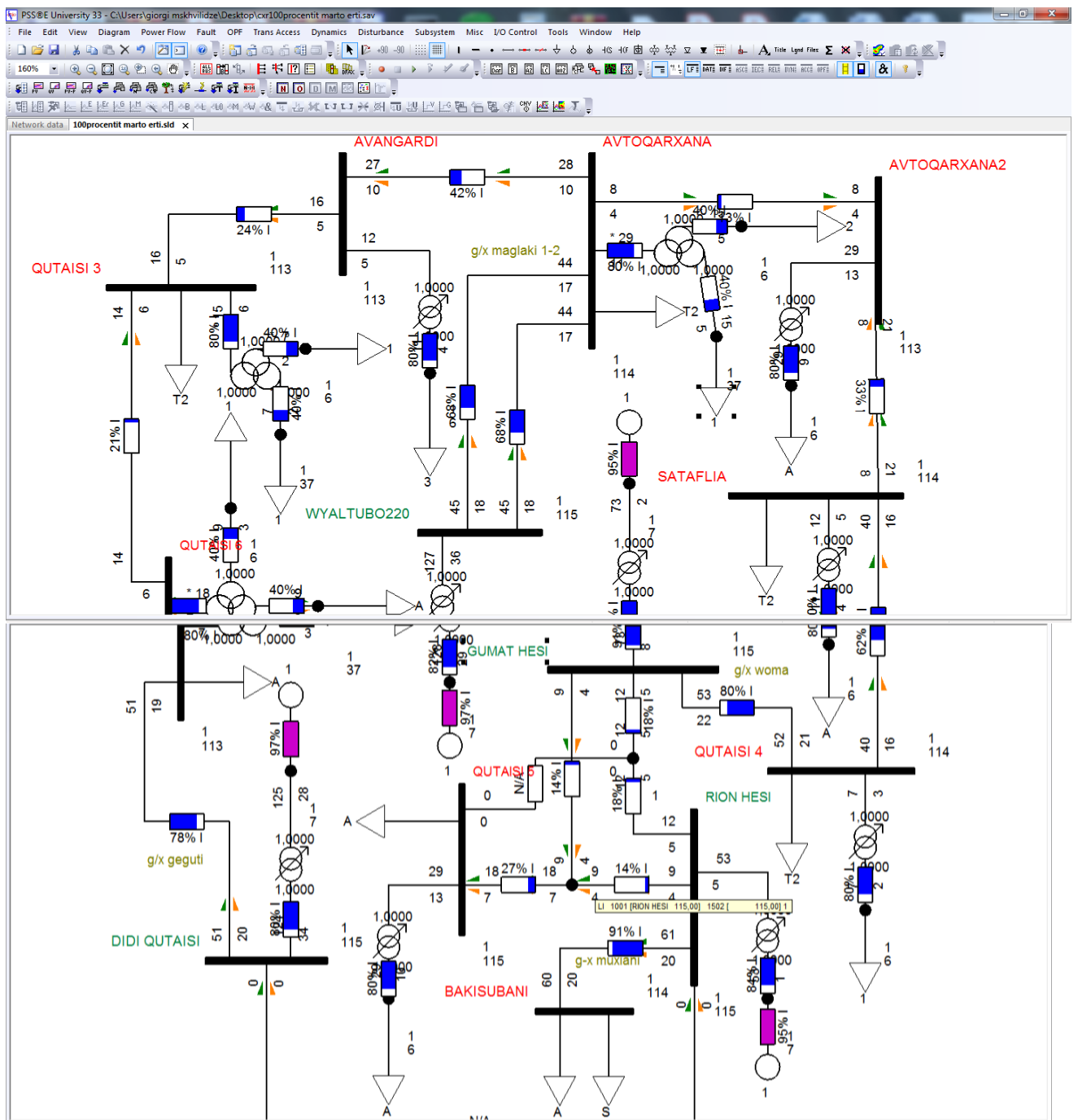
2.4 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვისას როცა $P = K_1 U$, $Q = K_1 U$

ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაში როცა სიმძლავრის კოეფიციენტია 0,95 და დატვირთვის სიდიდე პირდაპირ პროპორციულია ძაბვის სიდიდის $P = K_1 U$, $Q = K_1 U$ გაანგარიშების შედეგი აჩვენებს რომ ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს. ძაბვის სიდიდე და დანაკარგები არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს. ხაზების გენერირებული რეაქტიული ენერჯია უმნიშვნელოა.



ნახ 2.7

ნახ 2.7-ზე წარმოდგენილია ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-ს(Power System Simulator for Engineering) და გაანგარიშების შედეგები ესეიგი ქსელის მუშაობის რეჟიმის პარამეტრები ანუ სამიხები (ინფორმაცია) პარამეტრები, კერძოდ ძაბვა ქსელის ყველა კვანძში ასევე აქტიური და რეაქტიული ენერჯის სიდიდეები ყველა კვანძში და ყველა ხაზის თავსა და ბოლოში.



ნახ. 2.8

ნახ. 2.8 წარმოადგენს რეჟიმის ამსახავ სქემას ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-(Power System Simulator for Engineering) და მასზე წარმოდგენილია ხაზების დატვირთულობა პროცენტულად და ნაკადგანაწილება.

ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბაკისუბანი იტვირთება 21%-ით.

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ავანგარდის დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი იტვირთება 24%-ით.

ქ/ს ავანგარდის და ქ/ს ავტოქარხანას დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი 1 იტვირთება 42%-ით.

ქ/ს ავტოქარხანას და ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის დამაკავშირებელი ხაზი საქარხნო იტვირთება 13%-ით

ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის და ქ/ს სათაფლიის დამაკავშირებელი ხაზი გორა იტვირთება 33%-ით

ქ/ს სათაფლიის და ქ/ს ქუთაისი 4-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბანოჯა იტვირთება 62% ით.

ქ/ს ქუთაისი 4-ის და გუმათ ქესის დამაკავშირებელი ხაზი ჭომა იტვირთება 80%-ით.

გუმათ ჰესისა და რიონ ჰესის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1 და მოწამეთა 2 დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 18 %-ით.

ქ/ს ქუთაისი 5-ის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1-თან და მოწამეთა 2-თან დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 27%-ით.

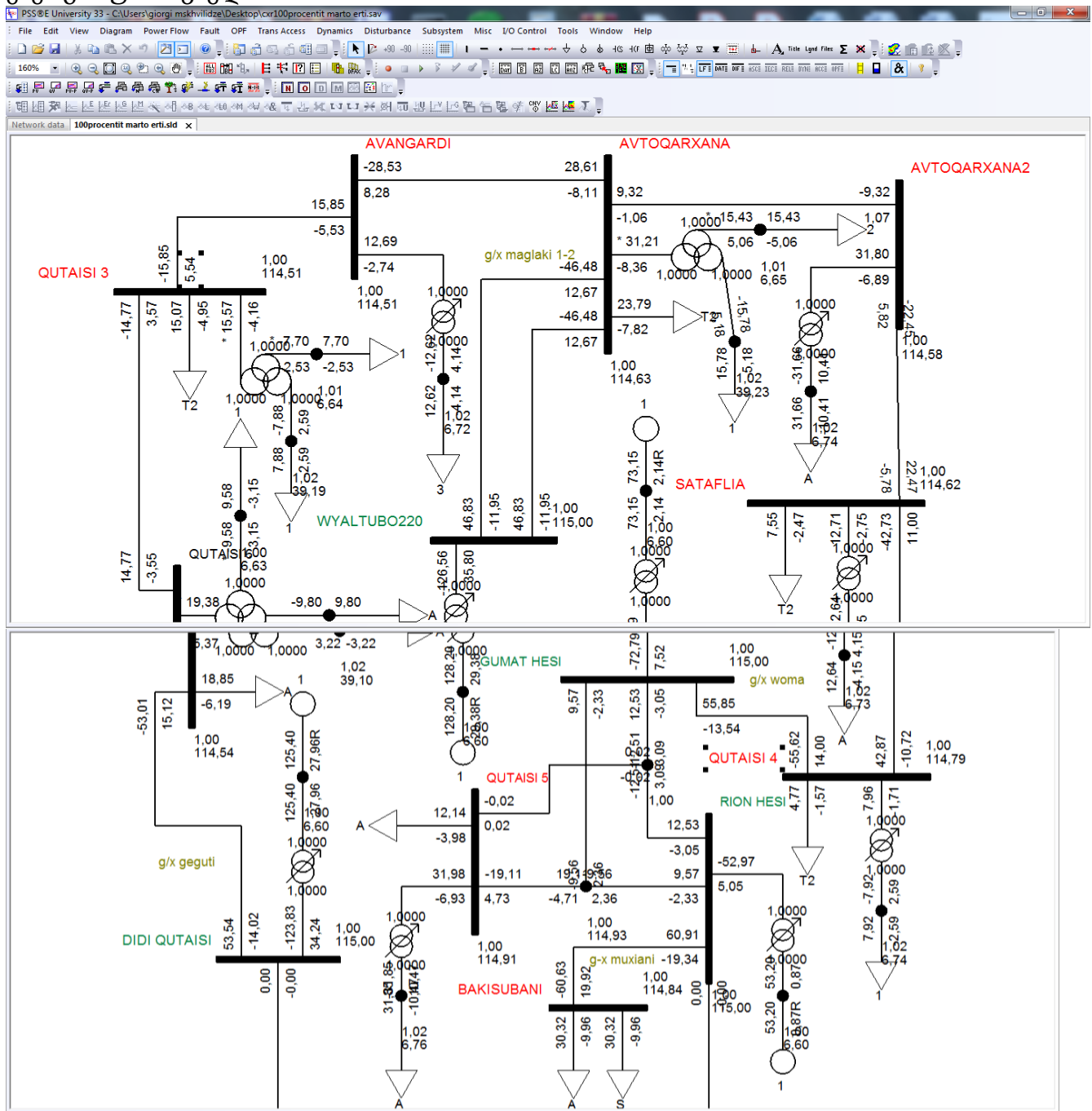
რიონ ჰესისა და ქ/ს ბაკისუბნის დამაკავშირებელი ხაზი მუხიანი დაიტვირთება 91%-ით

რიონ ჰესისა და ქ/ს დიდი ქუთაისის დამაკავშირებელი ხაზი სარბევი დაიტვირთება 0%-ით.

ქ/ს დიდი ქუთაისისა და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი გეგუთი დაიტვირთება 78%-ით.

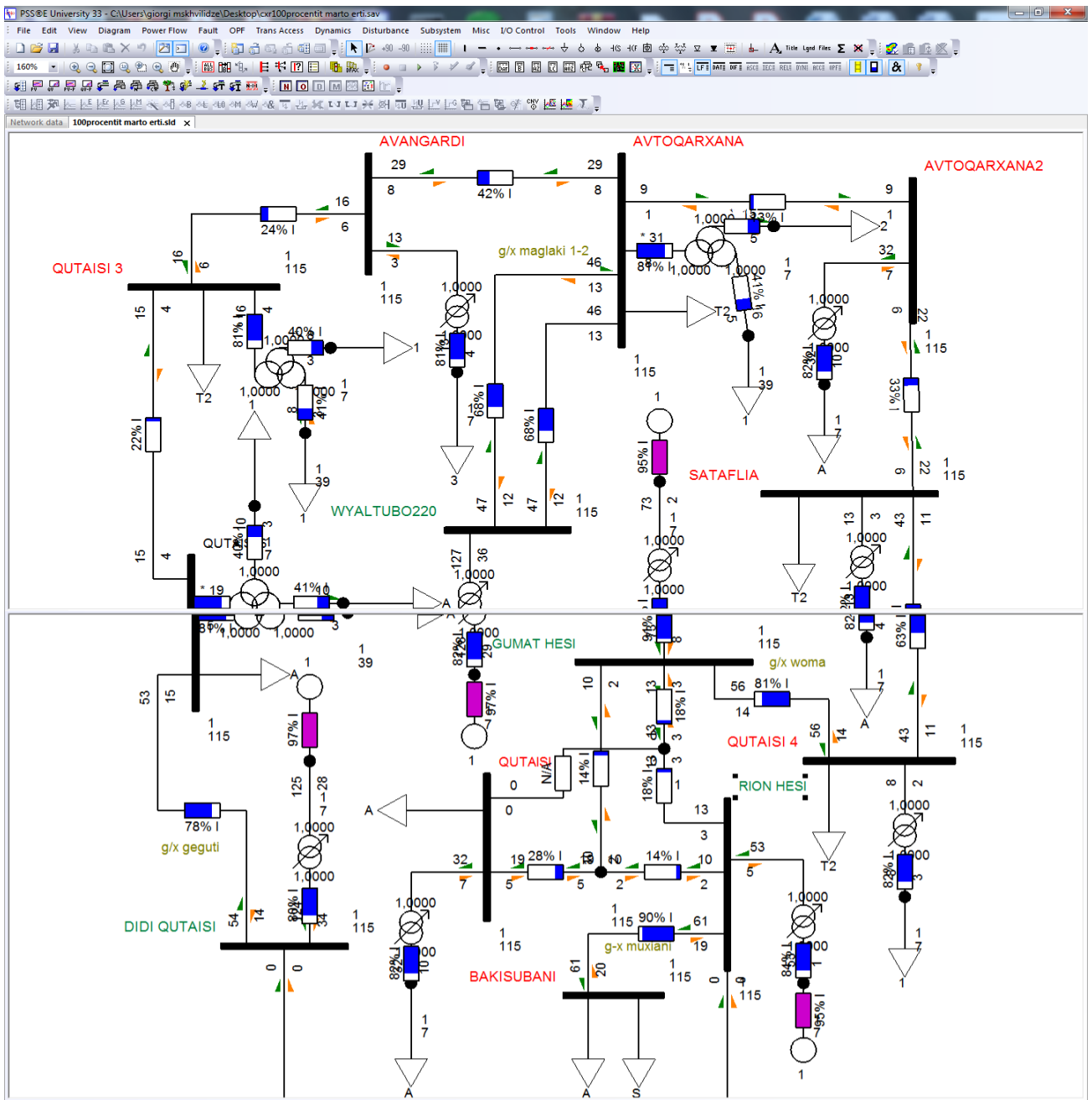
2.5 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვისას როცა $P = gU^2$, $Q = bU^2$

ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაში როცა სიმძლავრის კოეფიციენტია 0,95 და დატვირთვის სიდიდე პირდაპირ პროპორციულია ძაბვის კვადრატის $P = gU^2$, $Q = bU^2$ განგარიშების შედეგი აჩვენებს რომ ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს. ძაბვის სიდიდე და დანაკარგები არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს. ხაზების გენერირებული რეაქტიული ენერჯია უმნიშვნელოა.



ნახ. 2.9 ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში

ნახ 2.9-ზე წარმოდგენილია ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-ს(Power System Simulator for Engineering) და გაანგარიშების შედეგები ესეიგი ქსელის მუშაობის რეჟიმის პარამეტრები ანუ სამიებელი (ინფორმაცია) პარამეტრები, კერძოდ ძაბვა ქსელის ყველა კვანძში ასევე აქტიური და რეაქტიული ენერჯის სიდიდეები ყველა კვანძში და ყველა ხაზის თავსა და ბოლოში.



ნახ.2.10 რეჟიმის ამსახავი სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში

ნახ. 2.10 წარმოადგენს რეჟიმის ამსახავ სქემას ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-(Power System Simulator for Engineering) და მასზე წარმოდგენილია ხაზების დატვირთულობა პროცენტულად და ნაკადგანაწილება.

ქსელში გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბაკისუბანი იტვირთება 22%-ით.

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ავანგარდის დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი იტვირთება 24%-ით.

ქ/ს ავანგარდის და ქ/ს ავტოქარხანას დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი 1 იტვირთება 42%-ით.

ქ/ს ავტოქარხანას და ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის დამაკავშირებელი ხაზი საქარხნო იტვირთება 13%-ით

ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის და ქ/ს სათაფლიის დამაკავშირებელი ხაზი გორა იტვირთება 33%-ით

ქ/ს სათაფლიის და ქ/ს ქუთაისი 4-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბანოჯა იტვირთება 63% ით.

ქ/ს ქუთაისი 4-ის და გუმათ ქესის დამაკავშირებელი ხაზი ჭომა იტვირთება 81%-ით.

გუმათ ჰესისა და რიონ ჰესის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1 და მოწამეთა 2 დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 18 %-ით.

ქ/ს ქუთაისი 5-ის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1-თან და მოწამეთა 2-თან დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 28%-ით.

რიონ ჰესისა და ქ/ს ბაკისუბნის დამაკავშირებელი ხაზი მუხიანი დაიტვირთება 90%-ით

რიონ ჰესისა და ქ/ს დიდი ქუთაისის დამაკავშირებელი ხაზი სარბევი დაიტვირთება 0%-ით.

ქ/ს დიდი ქუთაისისა და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი გეგუთი დაიტვირთება 78%-ით.

2.6 რეჟიმის პარამეტრების ანგარიში ძალოვანი ტრანსფორმატორების 100%-ით

დატვირთვისას

ძალოვანი ტრანსფორმატორების 100%-ით დატვირთვის შემთხვევაში როცა სიმძლავრის კოეფიციენტია 0,95 და დატვირთვა ინსტრუქციის მიხედვით განაწილებული შემდეგნაირად:

დატვირთვის აქტიური და რეაქტიული მდგენელები რომელთა სიდიდე არაა დამოკიდებული ძაბვაზე $P = const, Q = const$ არის 50%.

დატვირთვის აქტიური და რეაქტიული მდგენელები რომელთა სიდიდე პირდაპირ პროპორციულია ძაბვის სიდიდის $P = K_1 U$ და $Q = K_1 U$ არის 30%.

დატვირთვის აქტიური და რეაქტიული მდგენელები რომელთა სიდიდე პირდაპირ პროპორციულია ძაბვის კვადრატისა $P = gU^2$ და $Q = bU^2$ არის 20 %.

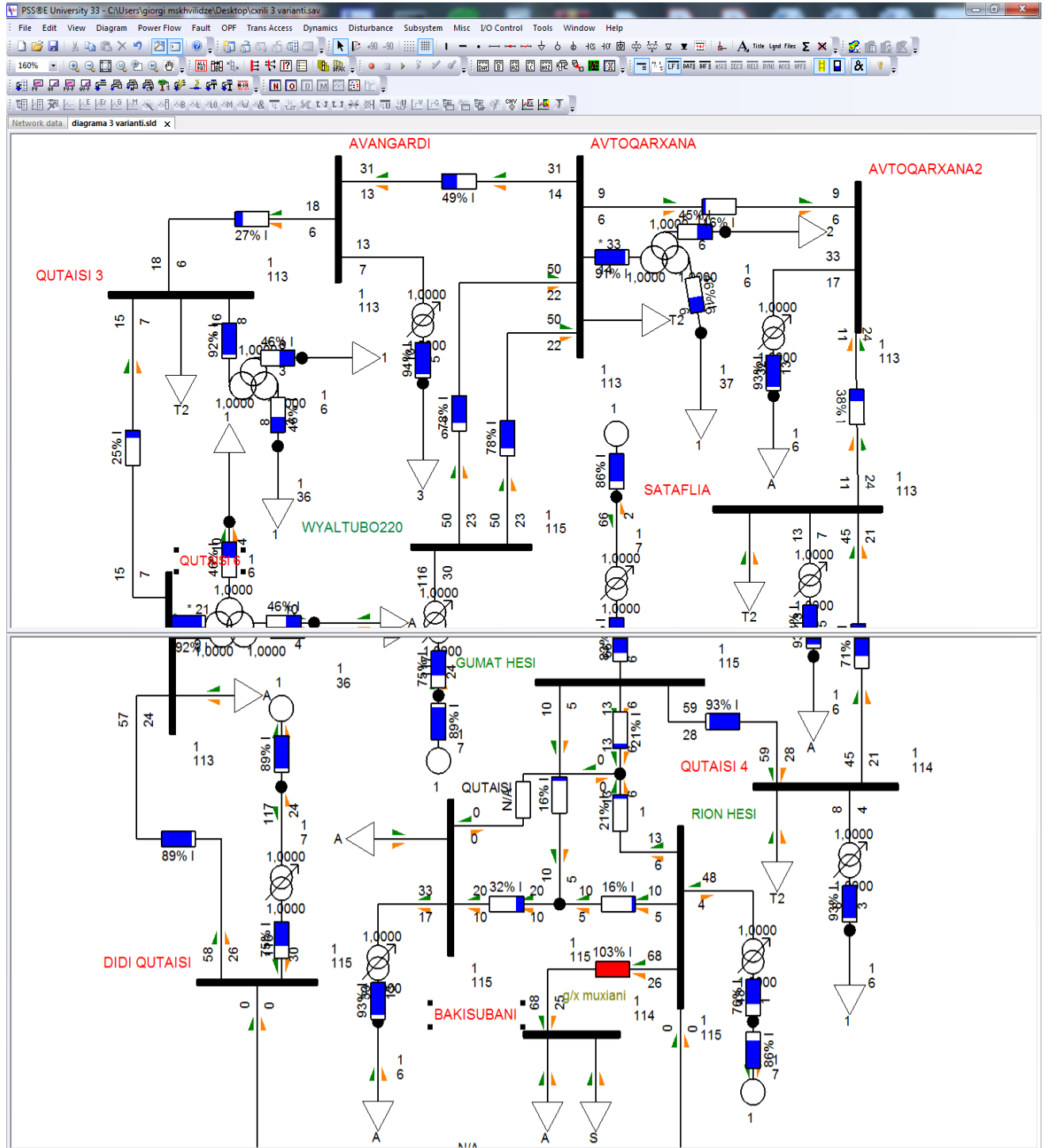
ნახ. 1.11 წარმოადგენს რეჟიმის ამსახავ სქემას ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-ს(Power System Simulator for Engineering) და მასზე წარმოდგენილია ხაზების დატვირთულობა პროცენტულად და ნაკადგანაწილება.

ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბაკისუბანი იტვირთება 25%-ით. ქ/ს ქუთაისი 3-ის და ქ/ს ავანგარდის დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი იტვირთება 27%-ით. ქ/ს ავანგარდის და ქ/ს ავტოქარხანას დამაკავშირებელი ხაზი ქვიტირი 1 იტვირთება 49%-ით.

ქ/ს ავტოქარხანას და ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის დამაკავშირებელი ხაზი საქარხნო იტვირთება 16%-ით. ქ/ს ავტოქარხანა 2-ის და ქ/ს სათაფლიის დამაკავშირებელი ხაზი გორა იტვირთება 38%-ით. ქ/ს სათაფლიის და ქ/ს ქუთაისი 4-ის დამაკავშირებელი ხაზი ბანოჯა იტვირთება 71% ით.

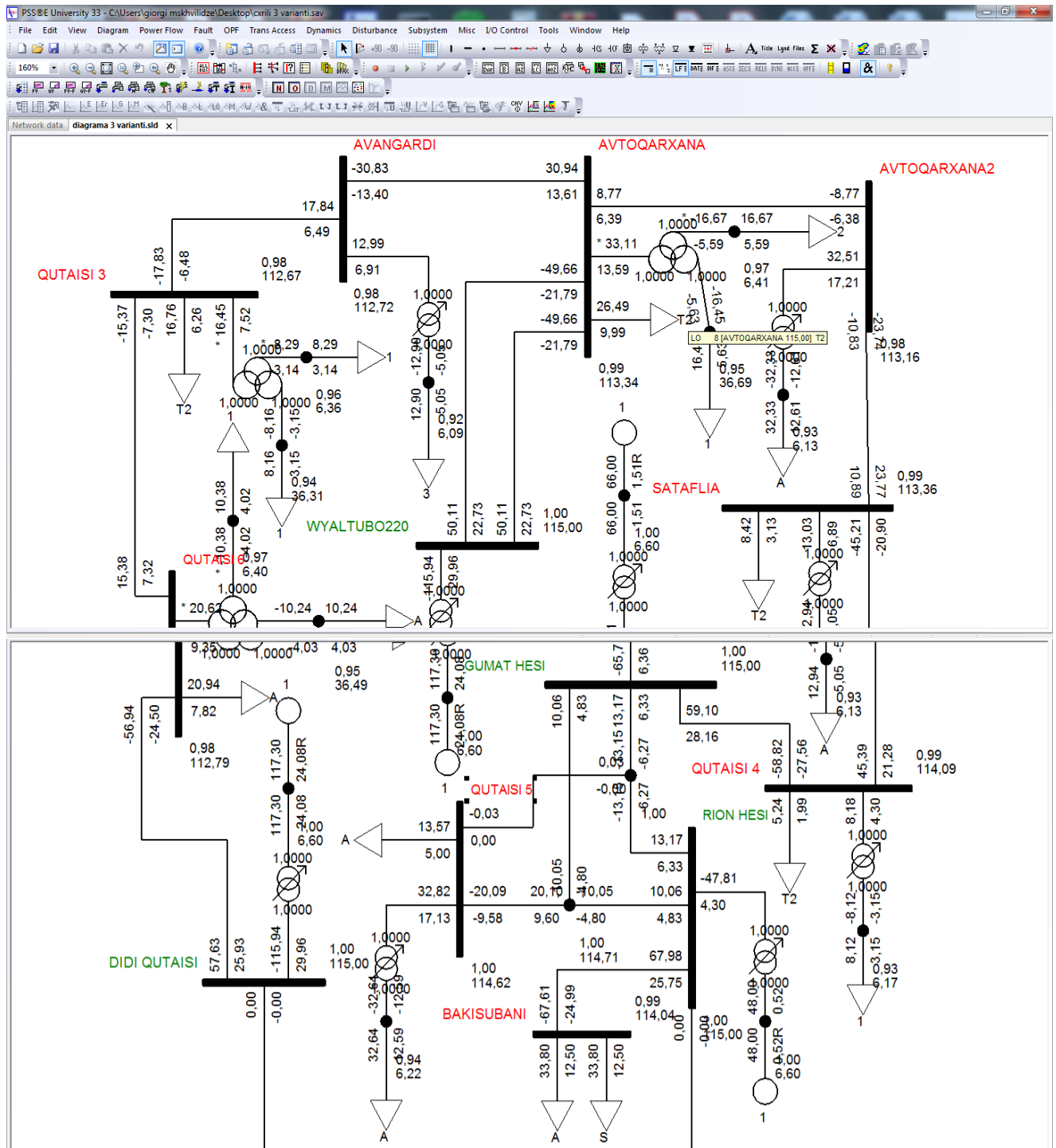
ქ/ს ქუთაისი 4-ის და გუმათ ქესის დამაკავშირებელი ხაზი ჭომა იტვირთება 93%-ით. გუმათ ჰესისა და რიონ ჰესის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1 და მოწამეთა 2 დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 21 %-ით. ქ/ს ქუთაისი 5-ის დამაკავშირებელი ხაზები მოწამეთა 1-თან და მოწამეთა 2-თან დაიტვირთებიან მაქსიმუმ 32%-ით. რიონ ჰესისა და ქ/ს ბაკისუბნის დამაკავშირებელი ხაზი მუხიანი დაიტვირთება 103%-ით.

როონ ჰესისა და ქ/ს დიდი ქუთაისის დამაკავშირებელი ხაზი სარბევი დაიტვირთება 0%-ით. ქ/ს დიდი უთაისისა და ქ/ს ქუთაისი 6-ის დამაკავშირებელი ხაზი გეგუთი დაიტვირთება 89%-ით.



ნახ. 2.11 ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში

ნახ 2.12-ზე წარმოდგენილია ქსელის ჩანაცვლების სქემა ელექტრული სისტემის მოდელირების პროგრამაში - PSS/-ს(Power System Simulator for Engineering) და გაანგარიშების შედეგები ესეიგი ქსელის მუშაობის რეჟიმის პარამეტრები ანუ სამიებული (ინფორმაცია) პარამეტრები, კერძოდ ძაბვა ქსელის ყველა კვანძში ასევე აქტიური და რეაქტიული ენერჯის სიდიდეები ყველა კვანძში და ყველა ხაზის თავსა და ბოლოში.



ნახ. 2.12

პროგრამა PSS/E -ს (Power System Simulator for Engineering)-ის საშუალებით ქუთაისის მკვებავი 110 კილოვოლტის ქსელის რეჟიმების გაანგარიშება-გამოკვლევამ აჩვენა რომ:

დატვირთვის მახასიათებლის არცერთი შესაძლო დასაშვები მნიშვნელობისას ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაშიც კი ძაბვის სიდიდე ქსელის კვანძებში არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს.

დატვირთვის მახასიათებლის არცერთი შესაძლო დასაშვები მნიშვნელობისას ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაშიც კი დანაკარგები ქსელში არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს.

დატვირთვის მახასიათებლის არცერთი შესაძლო დასაშვები მნიშვნელობისას ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაშიც კი ქსელში ხაზების გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს.

ძალოვანი ტრანსფორმატორების 100%-ით დატვირთვის შემთხვევაში გადაიტვირთება გადამცემი ხაზი მუხიანი.

თავი III

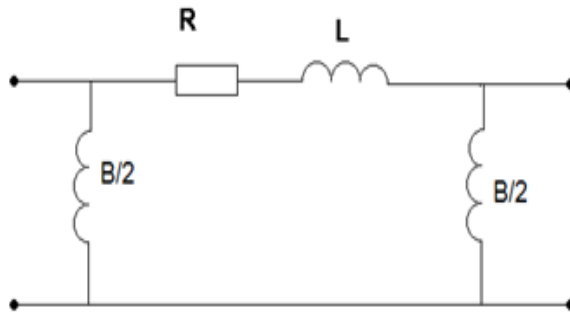
3.1. ქუთაისის მანაწილებელი ელექტრული ქსელის საანგარიშო მოდელის შექმა PSS/E პროგრამის გამოყენებით

ელექტრული სისტემის ქსელის მოდელირება აუცილებელია სისტემის დამყარებული რეჟიმების ანალიზისათვის, სისტემის განვითარების დაგეგმვისთვის და მართვისათვის. რისი განხორციელებაც შესაძლებელია PSS/E პროგრამის გამოყენებით, რაც ასევე საშუალებას მოქცევს მოვახდინოთ ნაკადგანაწილების მოდელირება ქუთაისის ელექტრული ქსელისთვის.

ნორმალური, დამყარებული რეჟიმის მოდელირება ხდება კვანძური პოტენციალების განტოლებების გამოყენებით. ვთქვათ, გვაქვს ელექტრული სქემა და საჭიროა ვიპოვოთ ძაბვები მის კვანძებში. თუ სქემა შეიცავს m კვანძს, ერთი კვანძი უნდა ავირჩიოთ, როგორც მახალანსირებელი, ანუ უნდა დავუშვათ რომ მისი ძაბვა ცნობილია და უცვლელია.

დამყარებული რეჟიმის მოდელირება განვიხილოთ რეალურად არსებული მონაცემების გამოყენებით. პარამეტრები შეგვყავს ფარდობითი ერთეულებით.

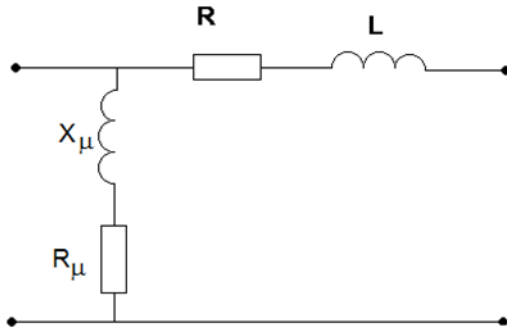
PSS/E პროგრამაში გამოყენებულია გადაცემის ხაზების შემდეგი ჩანაცვლების სქემა,



ნახ.3.1

ხაზის აქტიური გამტარობა (თუ მისი გათვალისწინება საჭიროა) მიერთდება კვანძში შუნტის სახით. აქ $X=x_0 L$; $R=r_0 L$; $B=b_0 L$, სადაც x_0 და r_0 არის შესაბამისად ერთი კილომეტრი სიგრძის ხაზის რეაქტიული და აქტიური წინაღობა, b_0 - ერთი კილომეტრი სიგრძის ხაზის ტევადური გამტარობა და L ხაზის სიგრძე კილომეტრებით.

ორგანგილა ტრანსფორმატორებისათვის გამოიყენება Γ -სებური ჩანაცვლების სქემა, ნახ. 3.2.



ნახ.3.2

ქუთაისის მანაწილებელი ქსელი მოიცავს 13 ქვესადგურს და მათგან გამომავალ ფიდერებს (6-10) კვ ძაბვით. PSS/E პროგრამის საშუალებით დავადგინეთ ქსელის კვანძებში ძაბვის და შტოებში სიმძლავრეთა (P,Q) ნაკადები, ტრანსფორმატორთა 80% დატვირთულობის და სიმძლავრის კოეფიციენტის (cosφ) 0.8 ნიშნულის დროს, რაც რეალობასთან მაქსიმალურად დაახლოების მიზნით იყო განპირობებული.

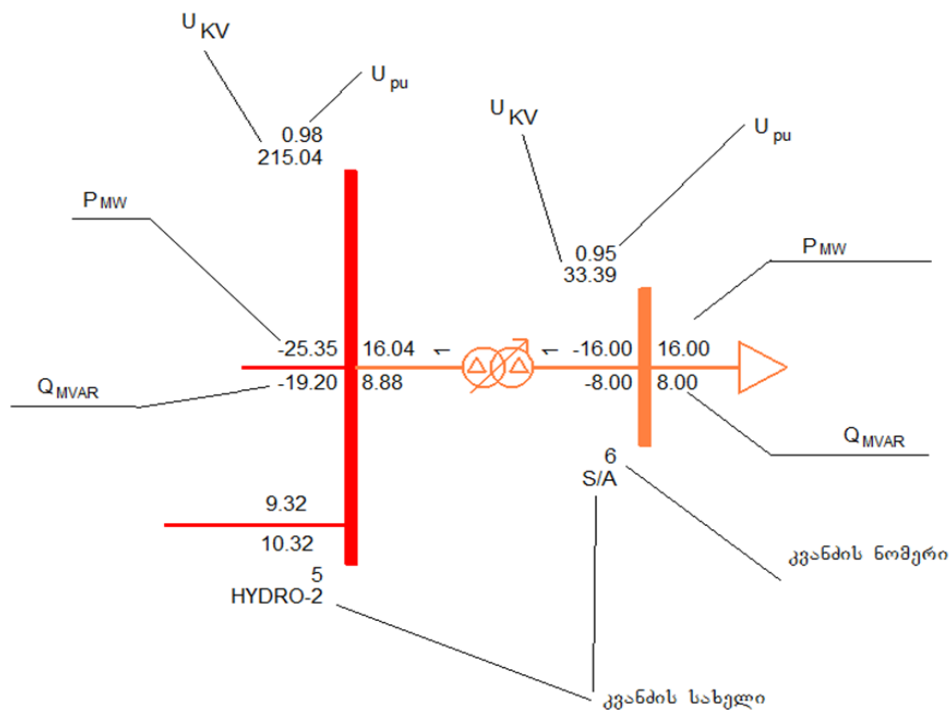
იმისათვის, რომ ჩემს მიერ აგებული ქუთაისის ელექტრული სქემა იყოს ზუსტი, ისევე როგორც იმფორმაციული თვალსაზრისით, ასევე შეიცავდეს ყველა იმ ელემენტთა სიმრავლეს რომელიც რეალურად არის გამოყენებული აღნიშნულ სქემაში, მე გამოვიყენე ქუთაისის ელექტრული სქემის თითოელი ქვესადგურისა და ფიდერების ცალხაზოვანი სქემები და PSS/E პროგრამის საშუალებით შევადგინე საანგარიშო მოდელი, პირველ ეტაპზე ეს მოდელი წარმოდგენლია ცალკეული ქვესადგურების სახით, რაც გვამღევს საშუალებას მივიღოთ ისეთი სახის იმფორმაცია როგორცაა: სასურველი ქვესადგურის სიმძლავრეების ნაკად განაწილება, როგორც რეაქტიულის ასევე აქტიური სიმძლავრის, კონკრეტული ფიდერის სატრანსფორმატორო პუნქტზე არსებული ძაბვის დონეებისა და ელექტრო გადამცემი ხაზებისა თუ საკაბელო ხაზების დატვირთულობის მონაცემის შესახებ, პროცენტებში.

მოცემული ინფორმაციის დამუშავება მოგვცემს საშუალება გავიგოთ რეალური მდგომარეობა აღნიშნულ კვანძებში და ამის შემდეგ გადავწყვიტოთ კომპესაციის რა საშუალება გამოვიყონოთ, ეს იქნება ინდივიდუალური კონპესაცია კონკრეტული ფიდერის შემთხვევაში თუ ცენტრალიზებული კომპესაცია, როცა საკომპესაციო დანადგარის განთავსება ხდება უშუალოდ ქვესადგურის 6/10 კვ სალტზე.

მეორე ეტაპზე წარმოდგენილია საერთო სქემა, რომელიც შეიცავს როგორც მკვებავ (იერარქიული სტრუქტურის III დონე) ქსელს ისე მანაწილებელს (ანუ ვერტიკალური

იერარქიული სტრუქტურის II დონეს) , სადაც ქვესადგურები და ფიდერები დაკავშირებულია ერთმანეთთან, რაც მოგვცემს საშუალებას გავიგოთ, პირველ რიგში, ქვესადგურებს შორის ნაკადგანაწილება. ასევე იერარქიული სტრუქტურის სხვადასხვა დონეზე რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის ურთიერთგავლენა.

ქვემოთ მოცემული დიაგრამებიდან ინფორმაციის უკეთ გასაგებად შესაძლებელია ვიხელმძღვანელოდ შემდეგი სქემით:



თუ სიმძლავრეს აქვს მინუს ნიშანი, ეს ნიშნავს, რომ სიმძლავრე შედის კვანძში, და პირიქით, დადებითი ნიშნით-გამოდის. სიმძლავრე მოცემულია მეგავატებით და მეგავარებით. კვანძის ძაბვა ნაჩვენებია როგორც კილოვოლტებით, ასევე ფარდობითი ერთეულებით.

3.2. ქუთაისის ელექტრული ქსელის ანგარიში და მიღებული მონაცემების შფასება.

პირველ ეტაპზე ქუთაისის ელექტრული სქემის ანგარიში წარმოდგენილია ცალკეული ქვესადგურების მიხედვით, რაც როგორც ზემოთ აღვნიშნე საშუალებას მოგვცემს მივიღოთ ინფორმაცია კონკრეტული ფიდერის სატრანსფორმატორო პუნქტზე არსებული ძაბვის დონეებისა და ელექტროგადამცემი ხაზებისა და საკაბელო ხაზების დატვირთულობის მონაცემების შესახებ, პროცენტებში.

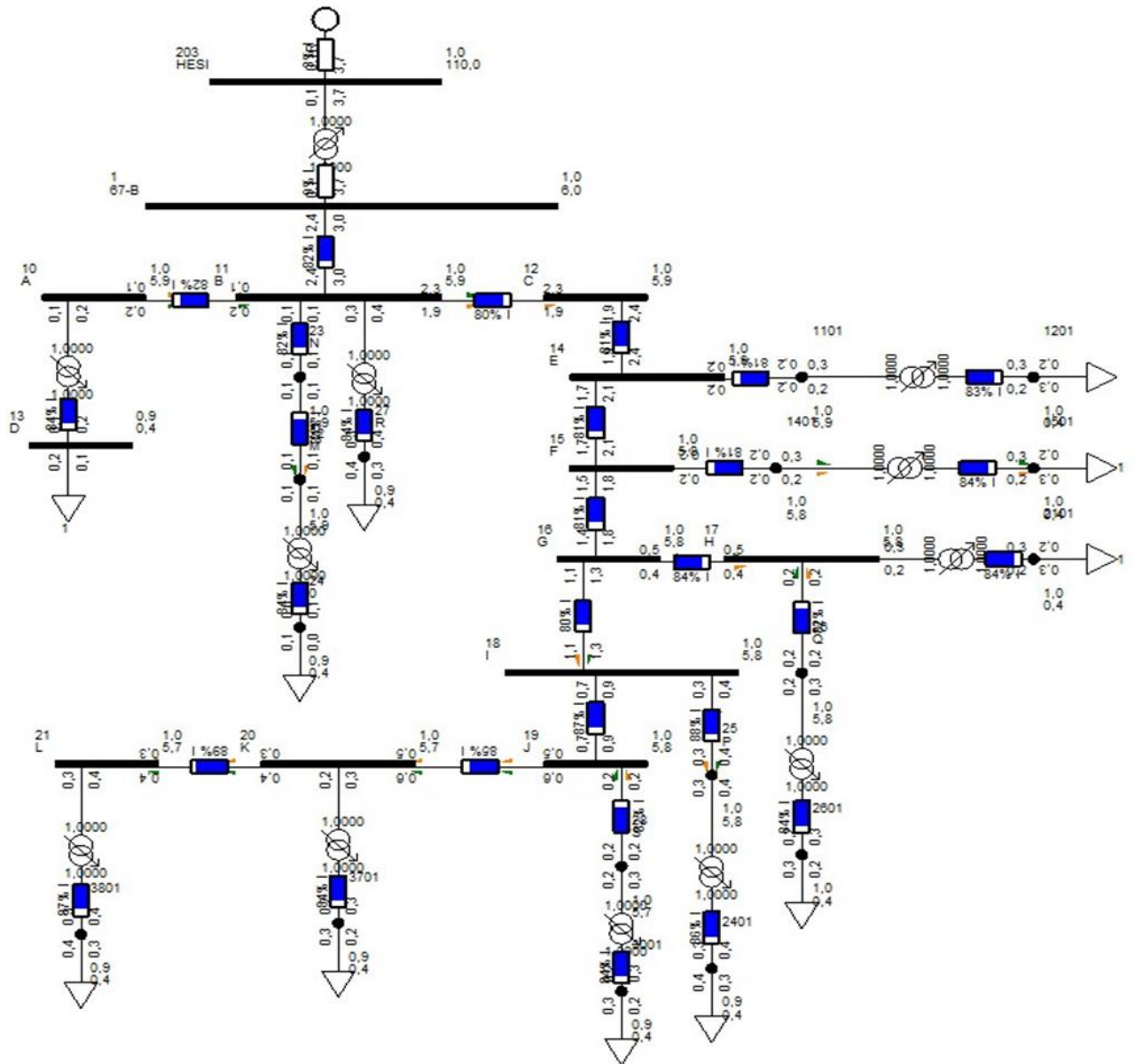
შესაბამისად ნახ. 3.4-ზე წარმოდგენილია ქვესადგური „ქუთაისი 5“-ის საანგარიშო მოდელი, სადაც ფიდერები ივებება 6 კილოვოლტიანი სალტიდან, რაც შეეხება ნახ. 3.3 ა და 3.4 ა- ზე მოცემულია გაანგარიშების შედეგები. მაგალითად ფიდერი „ ბზვანი“ შედგება მხოლოდ ორი ტრანსფორმატორისგან, ამ შემთხვევაში გადამცემი ხაზი დატვირთულია 83 %- ით, ხოლო ძაბვა შეადგენს 5.9 კვ. პროგრამა ძაბვის დასაშვებ გადახრას ნომინალური მნიშვნელობიდან ანგარიშობს 10% ფარგლებში, მაგრამ ტექნიკური-ექსპლუატაციის პირობებიდან გამომდინარე მიზანშეწონილია ძაბვის დასაშვები გადახრა ნომინალური მნიშვნელობიდან მივიღოთ 5%- ის ფარგლებში. ამ პარამეტრის გათვალისწინებითაც აღნიშნულ ქვესადგურზე რეჟიმის პარამეტრის დარღვევას ადგილი არა აქვს.

ნახ. 3.3 -ზე და 3.3 ა-ზე წარმოდგენილია ქვესადგური „ქუთაისი 5“ - ის ყველაზე დიდი ფიდერი „67ბ“, მაგრამ ამ შემთხვევაშიც ძაბვის მნიშვნელობები დასაშვები ზღვრის ფარგლებშია.

ნახ.3.5 ა -ზე წარმოდგენილია ქვესადგური „ქუთაისი 4“-ის საანგარიშო სქემა, ხოლო ნახ.3.5 ბ- ზე შესაბამისად ანგარიშის შედეგად მიღებული მონაცემები. ამ შემთხვევაშიც ფიდერის კვება ხორციელდება 6კვ სალტიდან, ამ შემთხვევაშიც გადამცემი ხაზების დატვირთულობა და კვანძების ნომინალური ძაბვები ნორმის ფარგლებშია.

ნახ.3.6 ა და 3.6 ბ ზე მოცემულია ქვესადგური „ქუთაისი 3“ -ის სქემა და შესაბამისი მონაცემები, სადაც ფიდერი „გუმათის ბაზის“ გადამცემი ხაზი დატვირთული 87%-ია. მაგრამ ეს მონაცემი არ ეწინააღმდეგება ექსპლუატაციის წესებს, რაც შეეხება ძაბვებს კვანძებში-ნორმალურია.

იმ შემთხვევაში, როცა ძაბვა ქვესადგურის 6/10 კვ სალტზე (საიდანაც ხორციელდება ფიდერების კვება) გადახრილია ნომინალური მნიშვნელობიდან, შესაძლებელია რეგულირება განხორციელდეს ძალოვანი ტრანსფორმატორის ტრანსფორმაციის კოეფიციენტის ცვლილების გზით, (РПН ან ПБВ მოწყობილობით) რომელიც ითვალისწინებს ტრანსფორმატორის გრაფილის მუშა ხვეების რაოდენობის შეცვლას. მაგრამ ძაბვის რეგულირების მცირე დიაპაზონის გამო, მათი გამოყენება ხშირ შემთხვევაში სასურველ შედეგს არ იძლევა.

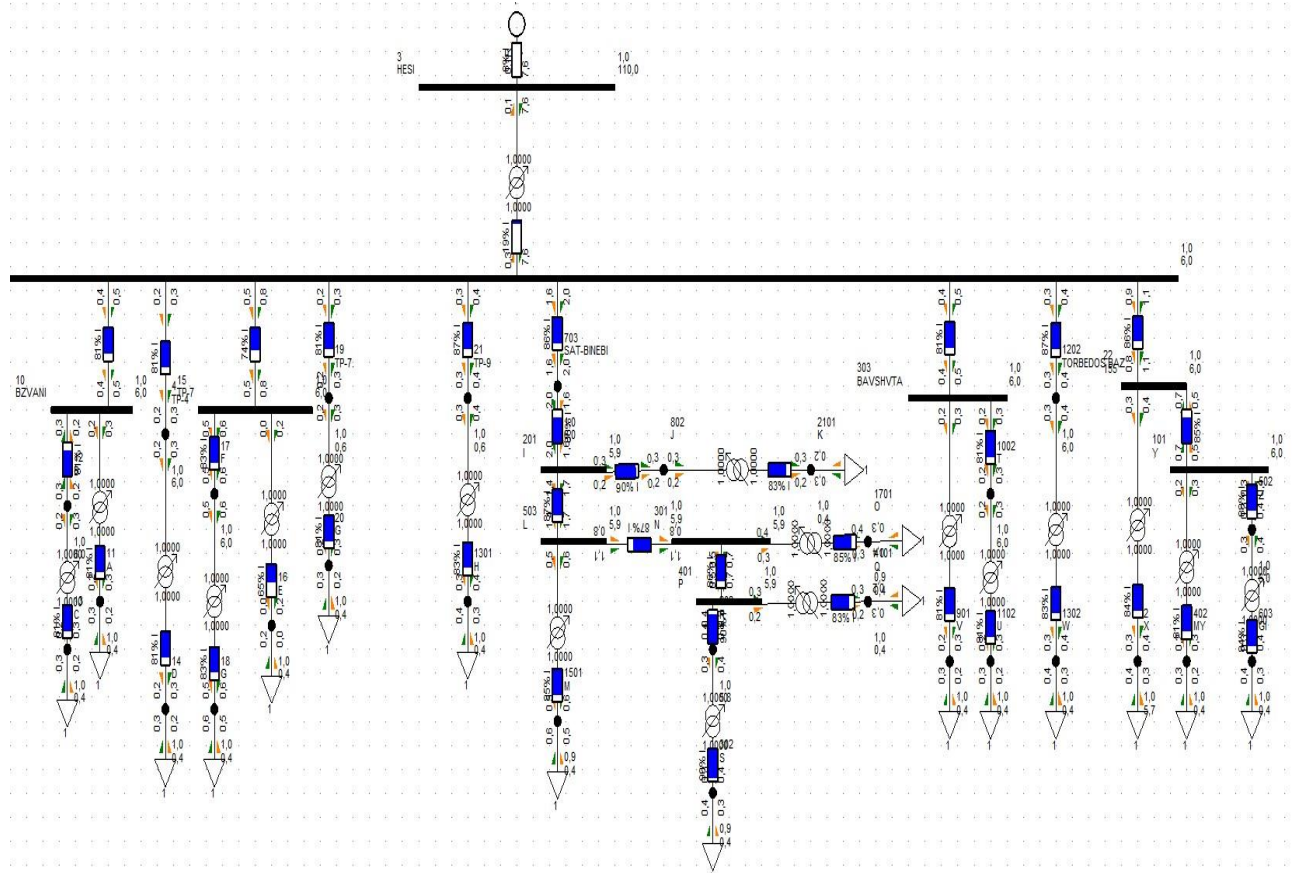


Met convergence tolerances	Powerflow results	MW/Mvar flow
----------------------------	-------------------	--------------

6sb.3.3

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	67-B	6,0	1		1		1		3	6,0000	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
10	A	6,0	1		1		1		1	5,8908	0,43	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
11	B	6,0	1		1		1		1	5,8942	0,42	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
12	C	6,0	1		1		1		1	5,8879	0,44	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
13	D	0,4	1		1		1		1	0,3795	-0,90	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
14	E	6,0	1		1		1		1	5,8661	0,41	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
15	F	6,0	1		1		1		1	5,8010	0,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
16	G	6,0	1		1		1		1	5,7748	0,28	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
17	H	6,0	1		1		1		1	5,7748	0,28	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
18	I	6,0	1		1		1		1	5,7660	0,27	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
19	J	6,0	1		1		1		1	5,7514	0,25	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
20	K	6,0	1		1		1		1	5,7474	0,26	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
21	L	6,0	1		1		1		1	5,7416	0,29	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
22	M	6,0	1		1		1		1	5,8909	0,42	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
23	N	6,0	1		1		1		1	5,8940	0,42	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
24	O	0,4	1		1		1		1	0,3782	-0,77	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
25	P	6,0	1		1		1		1	5,7641	0,28	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
26	Q	6,0	1		1		1		1	5,7727	0,29	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
27	R	0,4	1		1		1		1	0,3783	-1,39	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
28	S	6,0	1		1		1		1	5,7485	0,26	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
203	HESI	110,0	1		1		1		2	110,0000	0,62	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1101		6,0	1		1		1		1	5,8656	0,41	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1201		0,4	1		1		1		1	0,3865	-0,07	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1401		6,0	1		1		1		1	5,7956	0,34	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000

ՖՖՖ.3.3 Տ



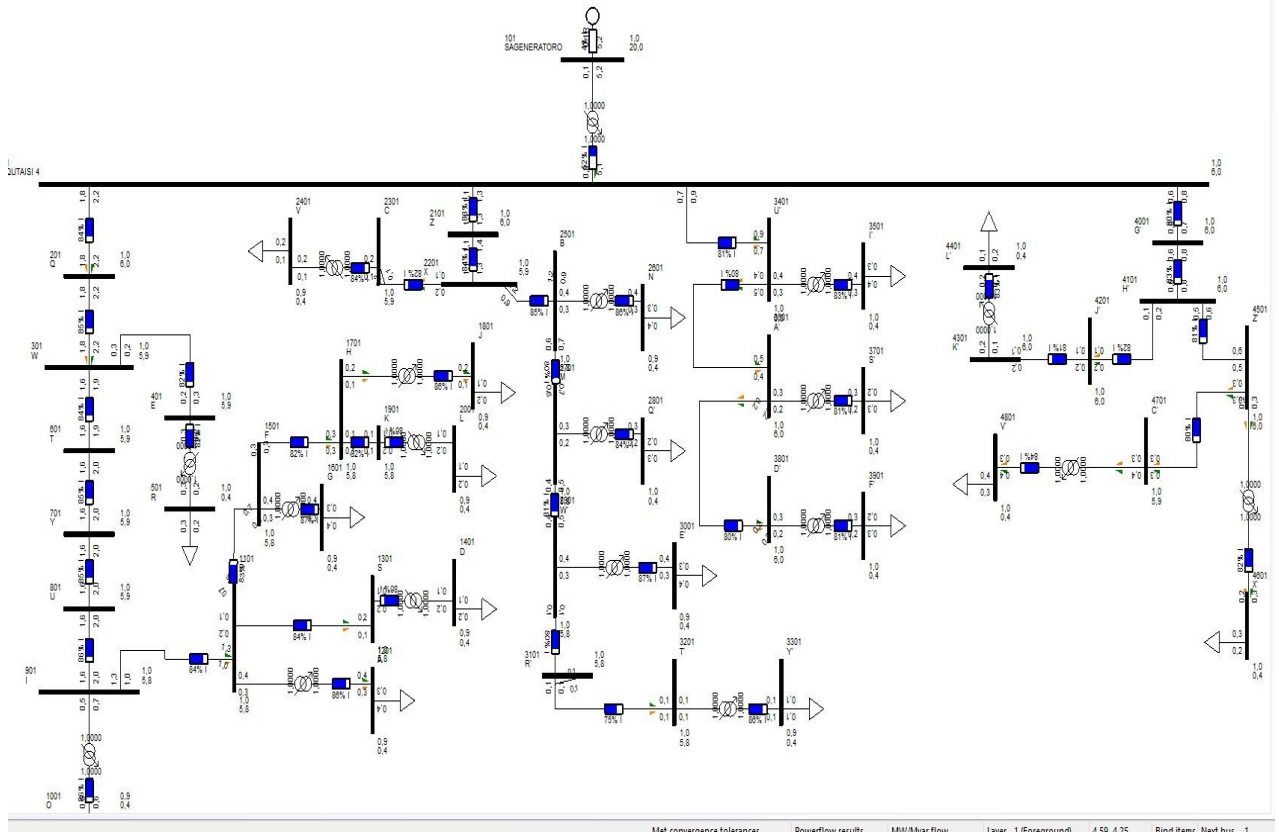
ՖՖՖ 3.4

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	KUTAISI S	6.0	1		1		1		3	6,0000	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2	X	6.0	1		1		1		1	5,7477	-1,66	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3	HESI	110.0	1		1		1		2	110,0000	1,27	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
4	TP-4	6.0	1		1		1		1	5,9980	0,01	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
10	BZVANI	6.0	1		1		1		1	5,9934	0,03	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
11	A	0.4	1		1		1		1	0,3951	-0,44	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
12	B	6.0	1		1		1		1	5,9917	0,03	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
13	C	0.4	1		1		1		1	0,3950	-0,43	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
14	D	0.4	1		1		1		1	0,3954	-0,45	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
15	TP-7	6.0	1		1		1		1	5,9796	0,07	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
16	E	0.4	1		1		1		1	0,3946	-1,61	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
17	F	6.0	1		1		1		1	5,9787	0,07	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
18	G	0.4	1		1		1		1	0,3840	-1,67	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
19	TP-7.	0.6	1		1		1		1	0,5999	0,00	0,6600	0,5400	0,6600	0,5400
20	G	0.4	1		1		1		1	0,3955	-0,46	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
21	TP-9	0.6	1		1		1		1	0,5998	0,01	0,6600	0,5400	0,6600	0,5400
22	155	6.0	1		1		1		1	5,9642	0,11	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
101	Y	6.0	1		1		1		1	5,9578	0,14	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
201	I	6.0	1		1		1		1	5,8562	0,22	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
202	R	6.0	1		1		1		1	5,8490	0,25	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
301	N	6.0	1		1		1		1	5,8540	0,23	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
302	S	0.4	1		1		1		1	0,3752	-1,60	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
303	BAVSHVTA	6.0	1		1		1		1	5,9834	0,07	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
401	P	6.0	1		1		1		1	5,8524	0,23	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000

ბიბ.3.4 ს

303	BAVSHVTA	6.0	1		1		1		1	5,9834	0,07	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
401	P	6.0	1		1		1		1	5,8524	0,23	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
402	MY	0.4	1		1		1		1	0,3927	-0,33	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
502	Z	6.0	1		1		1		1	5,9552	0,15	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
503	L	6.0	1		1		1		1	5,8552	0,22	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
603	GI	0.4	1		1		1		1	0,3826	-1,63	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
703	SAT-BINEBI	6.0	1		1		1		1	5,9967	0,01	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
802	J	6.0	1		1		1		1	5,8547	0,23	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
901	V	0.4	1		1		1		1	0,3944	-0,40	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1002	T	6.0	1		1		1		1	5,9823	0,08	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1102	U	0.4	1		1		1		1	0,3944	-0,39	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1202	TORBEDOS BAZ	6.0	1		1		1		1	5,9933	0,03	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1301	H	0.4	1		1		1		1	0,3855	-1,74	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1302	W	0.4	1		1		1		1	0,3852	-1,72	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1501	M	0.4	1		1		1		1	0,3754	-1,60	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1701	O	0.4	1		1		1		1	0,3755	-1,61	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	K	0.4	1		1		1		1	0,3858	-0,26	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4101	Q	0.4	1		1		1		1	0,3856	-0,25	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
*															

ბიბ.3.4 ბ

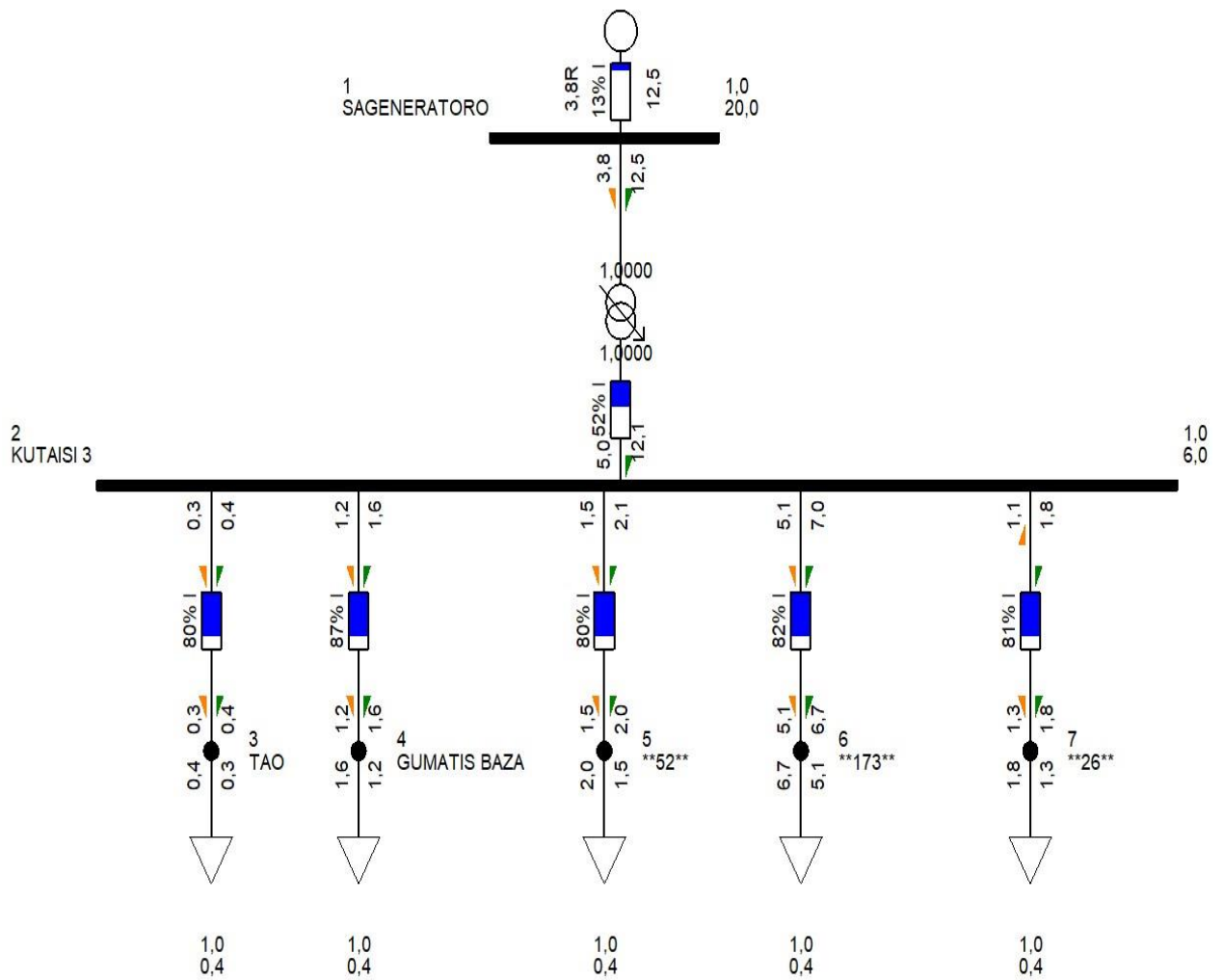


Met convergence tolerances Powerflow results MW/Mvar flow Layer -1 (Foreground) 439, 425 Bind items Next bus - 1

δ 3.5

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QUTAIISI 4	6,0	1		1		1		3	6,0000	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
101	SAGENERATOR	20,0	1		1		1		2	20,0000	7,55	22,0000	18,0000	22,0000	18,0000
201	Q	6,0	1		1		1		1	5,9932	0,02	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
301	W	6,0	1		1		1		1	5,9150	-0,06	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
401	E	6,0	1		1		1		1	5,9112	-0,06	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
501	R	0,4	1		1		1		1	0,3896	-0,54	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
601	T	6,0	1		1		1		1	5,9046	-0,02	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
701	Y	6,0	1		1		1		1	5,8669	-0,06	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
801	U	6,0	1		1		1		1	5,8569	-0,07	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
901	I	6,0	1		1		1		1	5,8354	-0,22	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1001	O	0,4	1		1		1		1	0,3740	-2,06	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1101	P	6,0	1		1		1		1	5,8207	-0,17	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1201	A	0,4	1		1		1		1	0,3732	-2,04	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1301	S	6,0	1		1		1		1	5,8188	-0,16	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1401	D	0,4	1		1		1		1	0,3745	-1,54	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1501	F	6,0	1		1		1		1	5,8028	-0,09	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1601	G	0,4	1		1		1		1	0,3719	-1,97	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1701	H	6,0	1		1		1		1	5,7990	-0,07	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1801	J	0,4	1		1		1		1	0,3731	-1,46	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1901	K	6,0	1		1		1		1	5,7957	-0,05	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2001	L	0,4	1		1		1		1	0,3729	-1,45	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	Z	6,0	1		1		1		1	5,9971	0,01	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2201	X	6,0	1		1		1		1	5,8940	0,05	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2301	C	6,0	1		1		1		1	5,8936	0,05	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000

δ 3.5



Met convergence tolerances Powerflow results MW/Mvar flow Layer - 1 (Foreground)

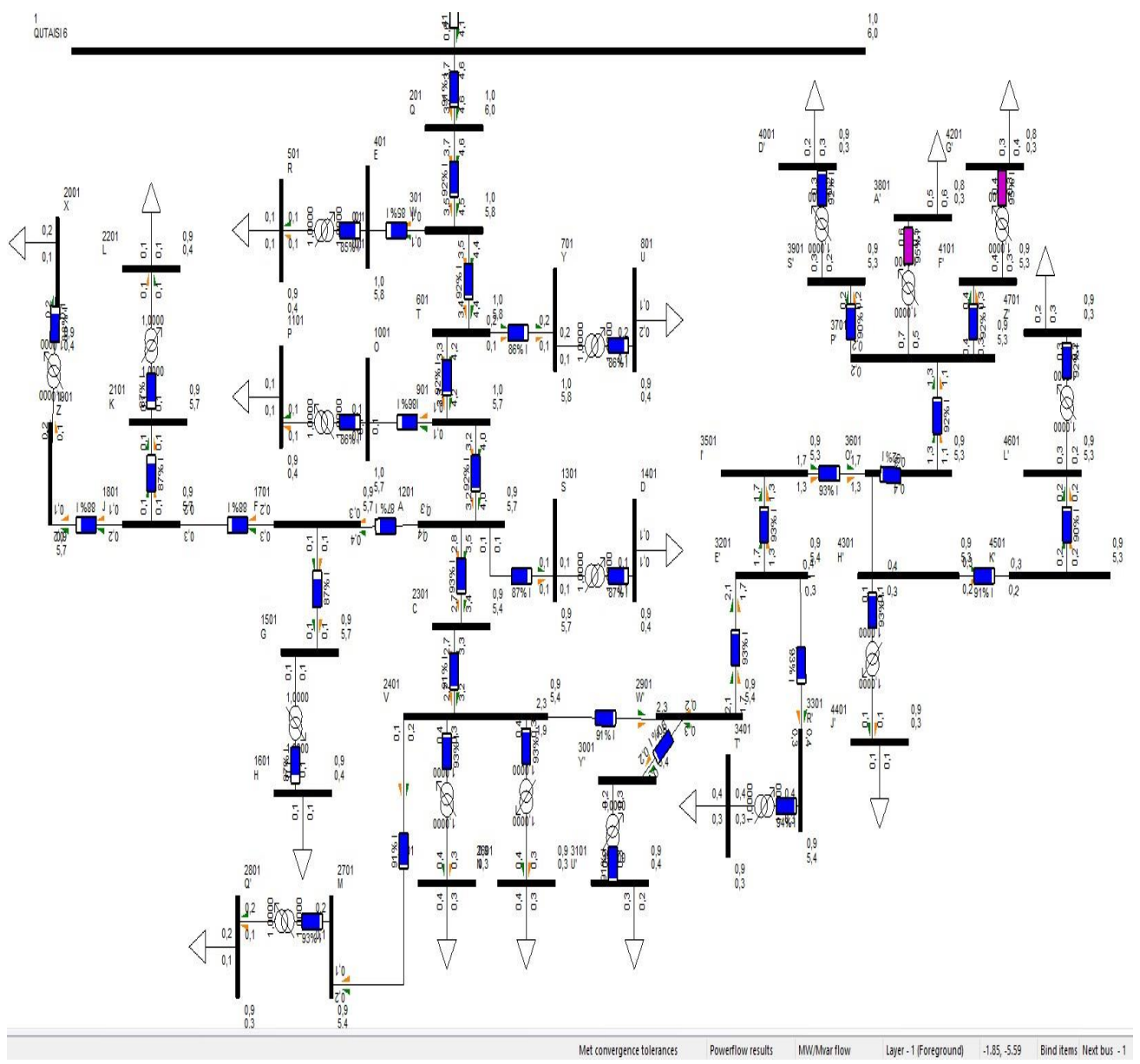
бсб.3.6. с

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	SAGENERATORO	20,0	1		1		1		2	20,0000	38,97	22,0000	18,0000	22,0000	18,0000
2	KUTAI SI 3	6,0	1		1		1		3	6,0000	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3	TAO	0,4	1		1		1		1	0,3998	0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4	GUMATIS BAZA	0,4	1		1		1		1	0,3966	0,11	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
5	**52**	0,4	1		1		1		1	0,3941	0,26	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
6	**173**	0,4	1		1		1		1	0,3887	0,50	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
7	**26**	0,4	1		1		1		1	0,3956	-0,23	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
*															

бсб.3.6. д

კვლევის ამ ეტაპზე ასევე გამოვლენილი იქნა ის ფიდერები, რომელსაც პარამეტრებიც არ შეესაბამება ტექნიკურ-ექსპლუატაციის ნორმებს. სადაც, კვანძებში, ძაბვები გადახრილია ნომინალური მნიშვნელობიდან დასაშვებზე მეტად და ელექტროგადამცემი ხაზები გადატვირთულია.

ნახ.3.7 ა - ზე წარმოდგენილია ფიდერი „რეზინების“ საანგარიშო სქემა PSS/E პროგრამაში, ხოლო ნახ.3.7 ბ და 3.7 გ - ზე ანგარიშის შედეგები. მაგალითად ნკვ კვანძ „C“-ზე (პირობოთი აღნიშვნა) ძაბვა არის 5.4 კვ, ხოლო 0.4 კვ კვანძ „Z“- ზე 0.3კვ. ეს კვანძები ყველაზე შორსმდებარე კვანძებია კვების წყაროდან.



ნახ.3.7 ა

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QUTAIŞI 6	6,0	1		1		1		3	6,0000	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
101	SAGENERATOR O	20,0	1		1		1		2	20,0000	5,98	22,0000	18,0000	22,0000	18,0000
201	Q	6,0	1		1		1		1	5,9963	0,01	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
301	W	6,0	1		1		1		1	5,8195	-0,19	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
401	E	6,0	1		1		1		1	5,8192	-0,19	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
501	R	0,4	1		1		1		1	0,3776	-0,84	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
601	T	6,0	1		1		1		1	5,8003	-0,21	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
701	Y	6,0	1		1		1		1	5,7991	-0,21	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
801	U	0,4	1		1		1		1	0,3732	-1,59	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
901	I	6,0	1		1		1		1	5,7233	-0,19	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1001	O	6,0	1		1		1		1	5,7233	-0,19	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1101	P	0,4	1		1		1		1	0,3710	-0,87	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1201	A	6,0	1		1		1		1	5,6594	-0,17	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1301	S	6,0	1		1		1		1	5,6591	-0,17	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1401	D	0,4	1		1		1		1	0,3666	-0,86	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1501	G	6,0	1		1		1		1	5,6548	-0,16	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1601	H	0,4	1		1		1		1	0,3663	-0,86	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1701	F	6,0	1		1		1		1	5,6548	-0,16	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1801	J	6,0	1		1		1		1	5,6543	-0,16	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1901	Z	6,0	1		1		1		1	5,6538	-0,16	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2001	X	0,4	1		1		1		1	0,3631	-1,61	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	K	6,0	1		1		1		1	5,6540	-0,16	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2201	L	0,4	1		1		1		1	0,3662	-0,86	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2301	C	6,0	1		1		1		1	5,4049	-0,08	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000

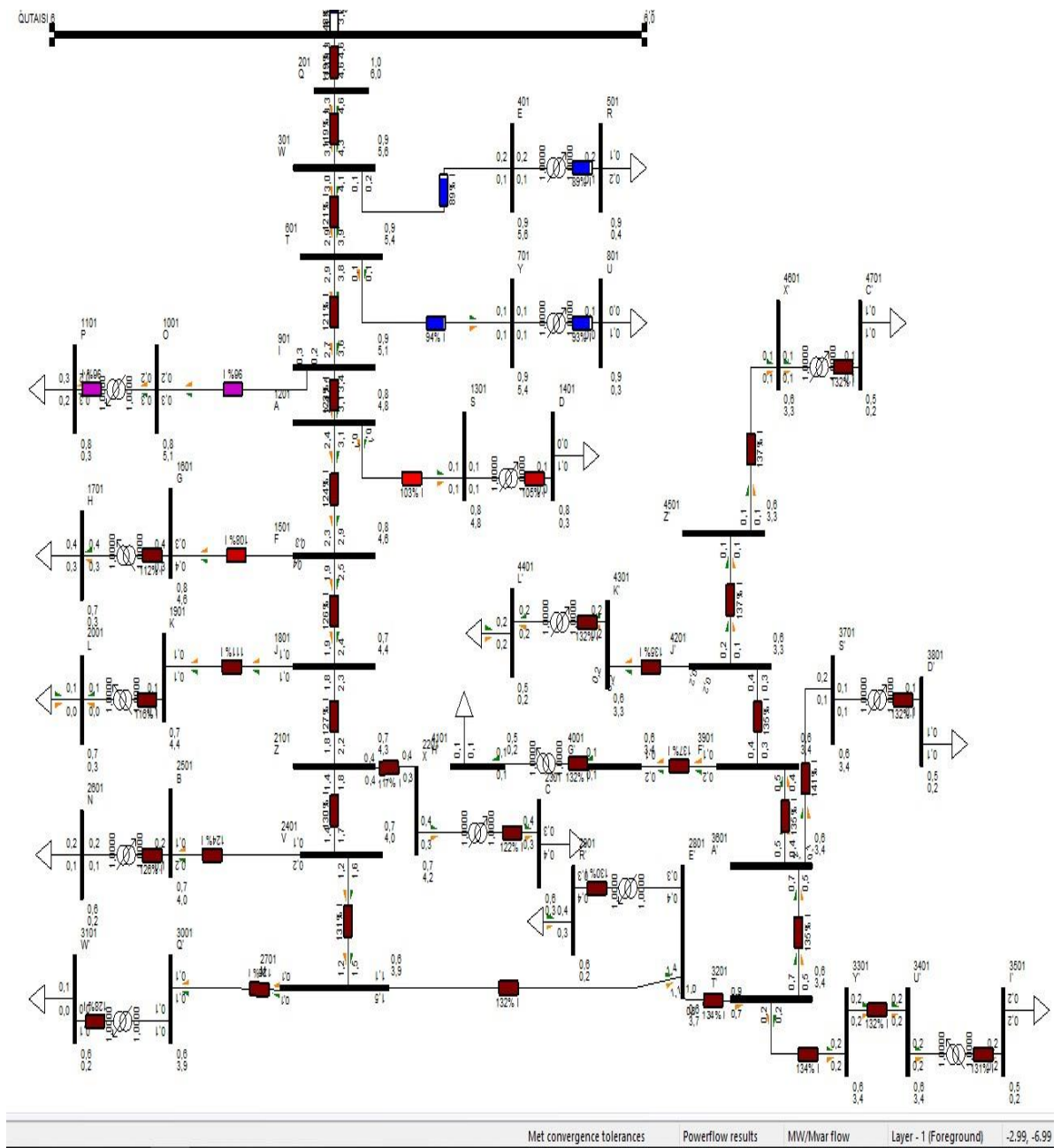
ԾՆՆ.3.7 ծ

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
2501	B	0,4	1		1		1		1	0,3418	-2,13	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,3418	-2,13	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2701	M	6,0	1		1		1		1	5,3666	0,09	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2801	Q'	0,4	1		1		1		1	0,3432	-1,53	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2901	W'	6,0	1		1		1		1	5,3666	0,09	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3001	Y'	6,0	1		1		1		1	5,3601	0,09	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3101	U'	0,4	1		1		1		1	0,3524	-0,49	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3201	E'	6,0	1		1		1		1	5,3532	0,09	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3301	R'	6,0	1		1		1		1	5,3523	0,10	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3401	T'	0,4	1		1		1		1	0,3405	-2,12	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3501	Γ	6,0	1		1		1		1	5,3243	0,11	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3601	O'	6,0	1		1		1		1	5,3040	0,11	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3701	P'	6,0	1		1		1		1	5,2993	0,14	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3801	A'	0,4	1		1		1		1	0,3366	-2,10	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3901	S'	6,0	1		1		1		1	5,2986	0,14	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4001	D'	0,4	1		1		1		1	0,3482	-0,45	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4101	F'	6,0	1		1		1		1	5,2959	0,15	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4201	G'	0,4	1		1		1		1	0,3366	-2,11	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4301	H'	6,0	1		1		1		1	5,2993	0,12	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4401	J'	0,4	1		1		1		1	0,3418	-0,68	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4501	K'	6,0	1		1		1		1	5,2933	0,12	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4601	L'	6,0	1		1		1		1	5,2924	0,12	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4701	Z'	0,4	1		1		1		1	0,3478	-0,47	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

ԾՆՆ.3.7 ծ

უფრო რთული შედეგები გამოვლინდა ფიდერ „ქვიტირზე“, სადაც ძაბვები მნიშვნელოვნად არის შემცირებული კვანძებში და ელექტროგადამცემი ხაზები უმეტეს შემთხვევაში 130% - ით არის დატვირთული.

ფიდერ „ქვიტირის“ საანგარიშო სქემა და ანგარიშის შედეგები მოცემულია ნახ.3.8-სა და ნახ.3.8 ა და ნახ.3.8 ბ-ზე. მაგალითად: 6 კვ კვანძ „X“- ზე ძაბვა არის 3.3 კვ, ხოლო 0,4 კვ კვანძ „C“-ზე ძაბვა არის 0.2 კვ.



ნახ.3.8

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	OUTAISIE	6,0	1		1		1		3	6,0000	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
101	SAGENERATOR	20,0	1		1		1		2	20,0000	6,38	22,0000	18,0000	22,0000	18,0000
201	Q	6,0	1		1		1		1	5,9961	0,01	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
301	W	6,0	1		1		1		1	5,6172	0,52	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
401	E	6,0	1		1		1		1	5,6145	0,53	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
501	R	0,4	1		1		1		1	0,3604	-0,95	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
601	T	6,0	1		1		1		1	5,3857	0,87	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
701	Y	6,0	1		1		1		1	5,3840	0,87	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
801	U	0,4	1		1		1		1	0,3429	-0,56	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
901	I	6,0	1		1		1		1	5,1264	1,29	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1001	O	6,0	1		1		1		1	5,0800	1,38	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1101	P	0,4	1		1		1		1	0,3334	0,73	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1201	A	6,0	1		1		1		1	4,8270	1,85	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1301	S	6,0	1		1		1		1	4,8268	1,85	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1401	D	0,4	1		1		1		1	0,3037	0,05	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1501	F	6,0	1		1		1		1	4,6227	2,27	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1601	G	6,0	1		1		1		1	4,5776	2,40	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1701	H	0,4	1		1		1		1	0,2857	-0,69	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1801	J	6,0	1		1		1		1	4,4475	2,65	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1901	K	6,0	1		1		1		1	4,4472	2,65	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2001	L	0,4	1		1		1		1	0,2765	0,48	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	Z	6,0	1		1		1		1	4,2772	3,04	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2201	X	6,0	1		1		1		1	4,2170	3,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2301	C	0,4	1		1		1		1	0,2598	-0,36	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

ԵՏԵ.3.8 Տ

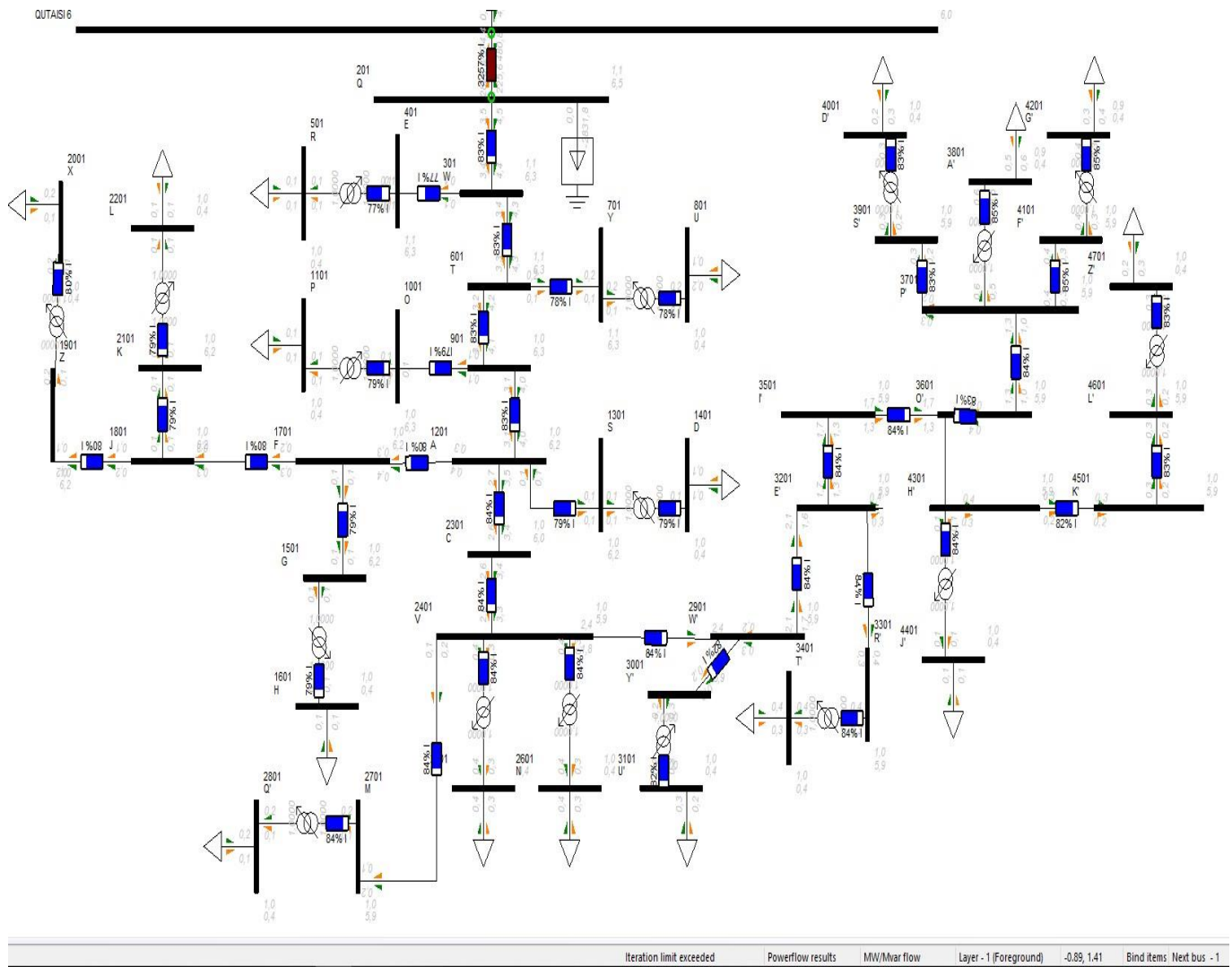
Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
2501	B	6,0	1		1		1		1	3,9684	3,79	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,2446	0,79	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2701	M	6,0	1		1		1		1	3,8883	3,97	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2801	E'	6,0	1		1		1		1	3,6615	4,57	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2901	R'	0,4	1		1		1		1	0,2212	0,03	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3001	Q'	6,0	1		1		1		1	3,8872	3,98	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3101	W'	0,4	1		1		1		1	0,2370	1,19	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3201	T'	6,0	1		1		1		1	3,4219	5,20	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3301	Y'	6,0	1		1		1		1	3,4007	5,29	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3401	U'	6,0	1		1		1		1	3,3940	5,35	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3501	Γ	0,4	1		1		1		1	0,2191	4,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3601	A'	6,0	1		1		1		1	3,4124	5,23	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3701	S'	6,0	1		1		1		1	3,4114	5,24	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3801	D'	0,4	1		1		1		1	0,2066	1,57	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3901	F'	6,0	1		1		1		1	3,3902	5,29	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4001	G'	6,0	1		1		1		1	3,3861	5,31	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4101	H'	0,4	1		1		1		1	0,2049	1,62	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4201	J'	6,0	1		1		1		1	3,3474	5,40	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4301	K'	6,0	1		1		1		1	3,3313	5,47	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4401	L'	0,4	1		1		1		1	0,2149	4,09	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4501	Z'	6,0	1		1		1		1	3,3287	5,46	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4601	X'	6,0	1		1		1		1	3,3272	5,46	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4701	C'	0,4	1		1		1		1	0,2010	1,71	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

Bus Plant Machine Load Fixed Shunt Switched Shunt Induction Machine Branch Breaker 2 Winding 3 Winding Impedance table FACTS 2-Term DC

ԵՏԵ.3.8 Ծ

3.3. ქუთაისის მანაწილებელ ქსელში საკომპენსაციო დანადგარის დადგმის ოპტიმალური ადგილის შერჩევა და კომპენსაციის შედეგად მიღებული შედეგის ანალიზი.

წინა თავში განხილული კონკრეტული ქვესადგურებისა და ფიდერების მონაცემების ანალიზის საფუძველზე გამოვლინდა ის ფიდერები სადაც საჭიროა საკომპენსაციო დანადგარების განთავსება, კერძოდ, ესენია 6კვ-იანი ფიდერები: „რეზინები“ და „ქვიტირი“. ასეთ შემთხვევაში ვიყენებთ რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის პარციალურ მეთოდს. პარციალური მეთოდი გულისხმობს რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის ამოცანის ლოკალიზაციას. კერძოდ, განიხილება მაღალი 6,10 კვ ВБК და დაბალი 0,38 კვ НБК მაკომპენსირებელი დანადგარები. ამასთან დაბალი ძაბვის მაკომპენსირებელი დანადგარების ხვედრითი ღირებულება მეტია, ვიდრე მაღალი ძაბვისა. შესაბამისად საკომპენსაციო დანადგარების, კონკრეტულად სინქრონული კომპენსატორის, განთავსება ხდება 6 კვ სალტეზე. ფიდერი რეზინების საანგარიშო მოდელი მოცემულია ნახ.3.9-ზე, ხოლო ანგარიშის შედეგები ნახ.3.9 ა-სა და ნახ.3.9 ბ-ზე.



ნახ.3.9

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QUTAI6	6,0	1		1		1		3	6,0000	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
101	SAGENERATOR	20,0	1		1		1		2	20,0000	5,98	22,0000	18,0000	22,0000	18,0000
201	Q	6,0	1		1		1		1	6,5000	-15,14	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
301	W	6,0	1		1		1		1	6,3408	-15,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
401	E	6,0	1		1		1		1	6,3406	-15,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
501	R	0,4	1		1		1		1	0,4132	-15,87	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
601	T	6,0	1		1		1		1	6,3235	-15,34	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
701	Y	6,0	1		1		1		1	6,3224	-15,34	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
801	U	0,4	1		1		1		1	0,4093	-16,49	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
901	I	6,0	1		1		1		1	6,2541	-15,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1001	O	6,0	1		1		1		1	6,2540	-15,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1101	P	0,4	1		1		1		1	0,4073	-15,89	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1201	A	6,0	1		1		1		1	6,1965	-15,31	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1301	S	6,0	1		1		1		1	6,1962	-15,31	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1401	D	0,4	1		1		1		1	0,4034	-15,89	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1501	G	6,0	1		1		1		1	6,1923	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1601	H	0,4	1		1		1		1	0,4031	-15,88	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1701	F	6,0	1		1		1		1	6,1923	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1801	J	6,0	1		1		1		1	6,1918	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1901	Z	6,0	1		1		1		1	6,1914	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2001	X	0,4	1		1		1		1	0,4002	-16,51	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	K	6,0	1		1		1		1	6,1916	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2201	L	0,4	1		1		1		1	0,4031	-15,88	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2301	C	6,0	1		1		1		1	5,9669	-15,26	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000

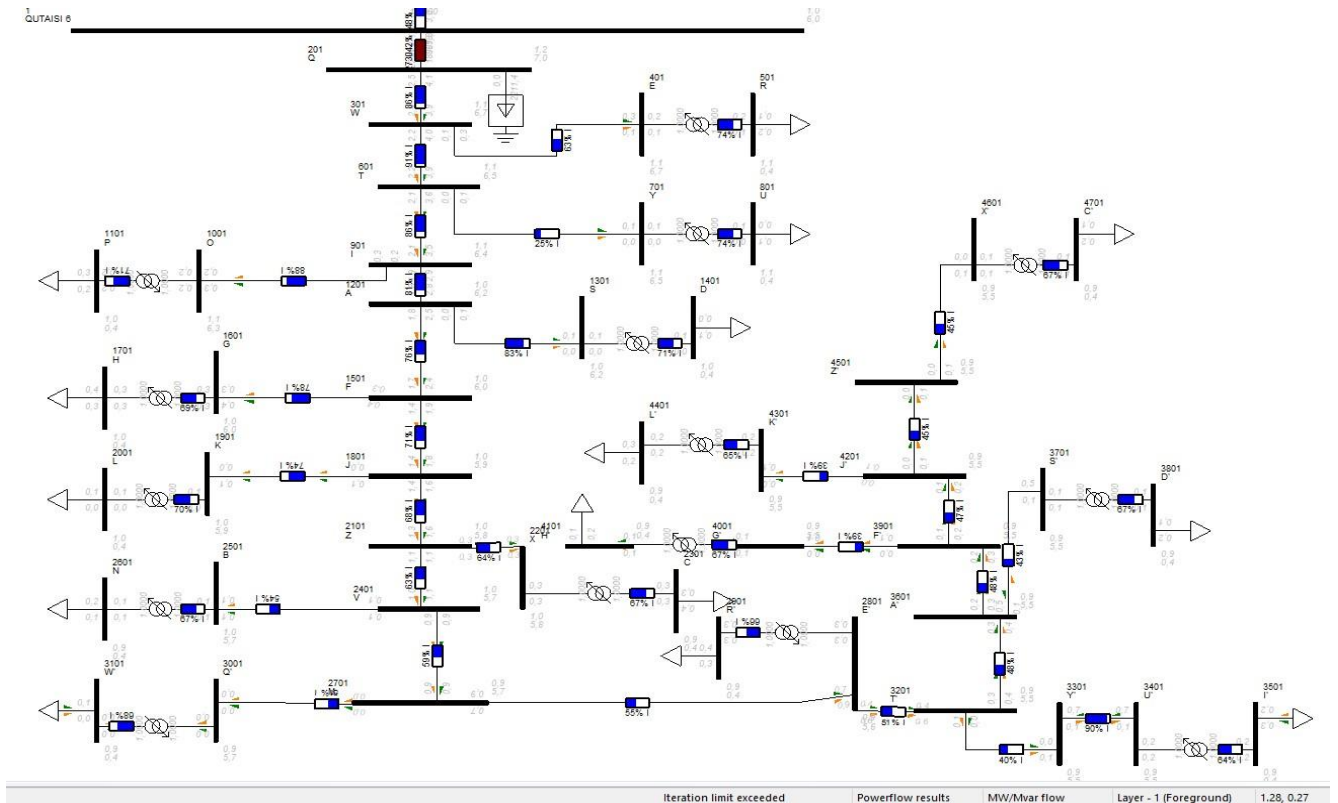
5sb.3.9 s

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
2501	B	0,4	1		1		1		1	0,3811	-16,93	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,3811	-16,93	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2701	M	6,0	1		1		1		1	5,9316	-15,13	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2801	Q	0,4	1		1		1		1	0,3823	-16,44	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2901	W	6,0	1		1		1		1	5,9315	-15,13	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3001	Y	6,0	1		1		1		1	5,9256	-15,12	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3101	U	0,4	1		1		1		1	0,3905	-15,60	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3201	E	6,0	1		1		1		1	5,9195	-15,12	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3301	R	6,0	1		1		1		1	5,9187	-15,12	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3401	T	0,4	1		1		1		1	0,3800	-16,92	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3501	I	6,0	1		1		1		1	5,8933	-15,12	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3601	O	6,0	1		1		1		1	5,8750	-15,11	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3701	P	6,0	1		1		1		1	5,8707	-15,09	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3801	A	0,4	1		1		1		1	0,3765	-16,90	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3901	S	6,0	1		1		1		1	5,8701	-15,09	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4001	D	0,4	1		1		1		1	0,3868	-15,58	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4101	F	6,0	1		1		1		1	5,8675	-15,08	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4201	G	0,4	1		1		1		1	0,3765	-16,91	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4301	H	6,0	1		1		1		1	5,8708	-15,11	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4401	J	0,4	1		1		1		1	0,3811	-15,75	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4501	K	6,0	1		1		1		1	5,8653	-15,11	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4601	L	6,0	1		1		1		1	5,8645	-15,11	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4701	Z	0,4	1		1		1		1	0,3864	-15,59	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
*															

5sb.3.9 b

კომპენსაციის შემდეგ მიღებული მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ძაბვები კვანძებში გაზრდილია, მაგალითად კვანძ „c” -ზე ძაბვა 5,4 კვ -დან გაიზარდა 5,96 კვ-მდე, ხოლო კვანძ „Z” -ზე 0,3 კვ-დან 0.4 მდე. რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის შემდეგ, შესაბამისად ელექტროგადამცემი ხაზების დატვირთვა შემცირებულია.

რაც შეეხება ფიდერ „ქვიტის“, მისი საანგარიშო მოდელი წარმოდგენილია ნახ 3.10-ზე, ხოლო ანგარიშის შედეგები მოცემულია ნახ.3.10 ა-სა და ნახ.3.10 ბ-ზე.



ნახ.3.10

Diagram1 Qutaisi 6-2.sld Network data															
Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QUTAISIS	6,0	1		1		1		3	6,0000	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
101	SAGENERATOR	20,0	1		1		1		2	20,0000	5,98	22,0000	18,0000	22,0000	18,0000
201	Q	6,0	1		1		1		1	6,5000	-15,14	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
301	W	6,0	1		1		1		1	6,3408	-15,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
401	E	6,0	1		1		1		1	6,3406	-15,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
501	R	0,4	1		1		1		1	0,4132	-15,87	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
601	T	6,0	1		1		1		1	6,3235	-15,34	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
701	Y	6,0	1		1		1		1	6,3224	-15,34	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
801	U	0,4	1		1		1		1	0,4093	-16,49	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
901	I	6,0	1		1		1		1	6,2541	-15,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1001	O	6,0	1		1		1		1	6,2540	-15,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1101	P	0,4	1		1		1		1	0,4073	-15,89	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1201	A	6,0	1		1		1		1	6,1965	-15,31	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1301	S	6,0	1		1		1		1	6,1962	-15,31	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1401	D	0,4	1		1		1		1	0,4034	-15,89	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1501	G	6,0	1		1		1		1	6,1923	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1601	H	0,4	1		1		1		1	0,4031	-15,88	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1701	F	6,0	1		1		1		1	6,1923	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1801	J	6,0	1		1		1		1	6,1918	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1901	Z	6,0	1		1		1		1	6,1914	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2001	X	0,4	1		1		1		1	0,4002	-16,51	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	K	6,0	1		1		1		1	6,1916	-15,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2201	L	0,4	1		1		1		1	0,4031	-15,88	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2301	C	6,0	1		1		1		1	5,9669	-15,26	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000

بص.3.10 س

Network data Qutaisi 6-1.sld															
Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
2501	B	6,0	1		1		1		1	6,1489	6,20	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,3973	4,98	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2701	M	6,0	1		1		1		1	6,0964	6,27	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2801	E'	6,0	1		1		1		1	5,9481	6,48	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2901	R'	0,4	1		1		1		1	0,3821	4,71	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3001	Q'	6,0	1		1		1		1	6,0956	6,27	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3101	W'	0,4	1		1		1		1	0,3924	5,16	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3201	T'	6,0	1		1		1		1	5,7930	6,71	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3301	Y'	6,0	1		1		1		1	5,7793	6,74	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3401	U'	6,0	1		1		1		1	5,7745	6,77	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3501	I'	0,4	1		1		1		1	0,3804	6,27	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3601	A'	6,0	1		1		1		1	5,7869	6,72	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3701	S'	6,0	1		1		1		1	5,7862	6,72	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3801	D'	0,4	1		1		1		1	0,3723	5,34	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3901	F'	6,0	1		1		1		1	5,7726	6,74	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4001	G'	6,0	1		1		1		1	5,7699	6,75	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4101	H'	0,4	1		1		1		1	0,3712	5,36	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4201	J'	6,0	1		1		1		1	5,7451	6,78	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4301	K'	6,0	1		1		1		1	5,7347	6,81	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4401	L'	0,4	1		1		1		1	0,3777	6,30	0,4400	0,3600	0,44	0,3600
4501	Z'	6,0	1		1		1		1	5,7330	6,80	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4601	X'	6,0	1		1		1		1	5,8321	6,80	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
4701	C'	0,4	1		1		1		1	0,4086	5,40	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

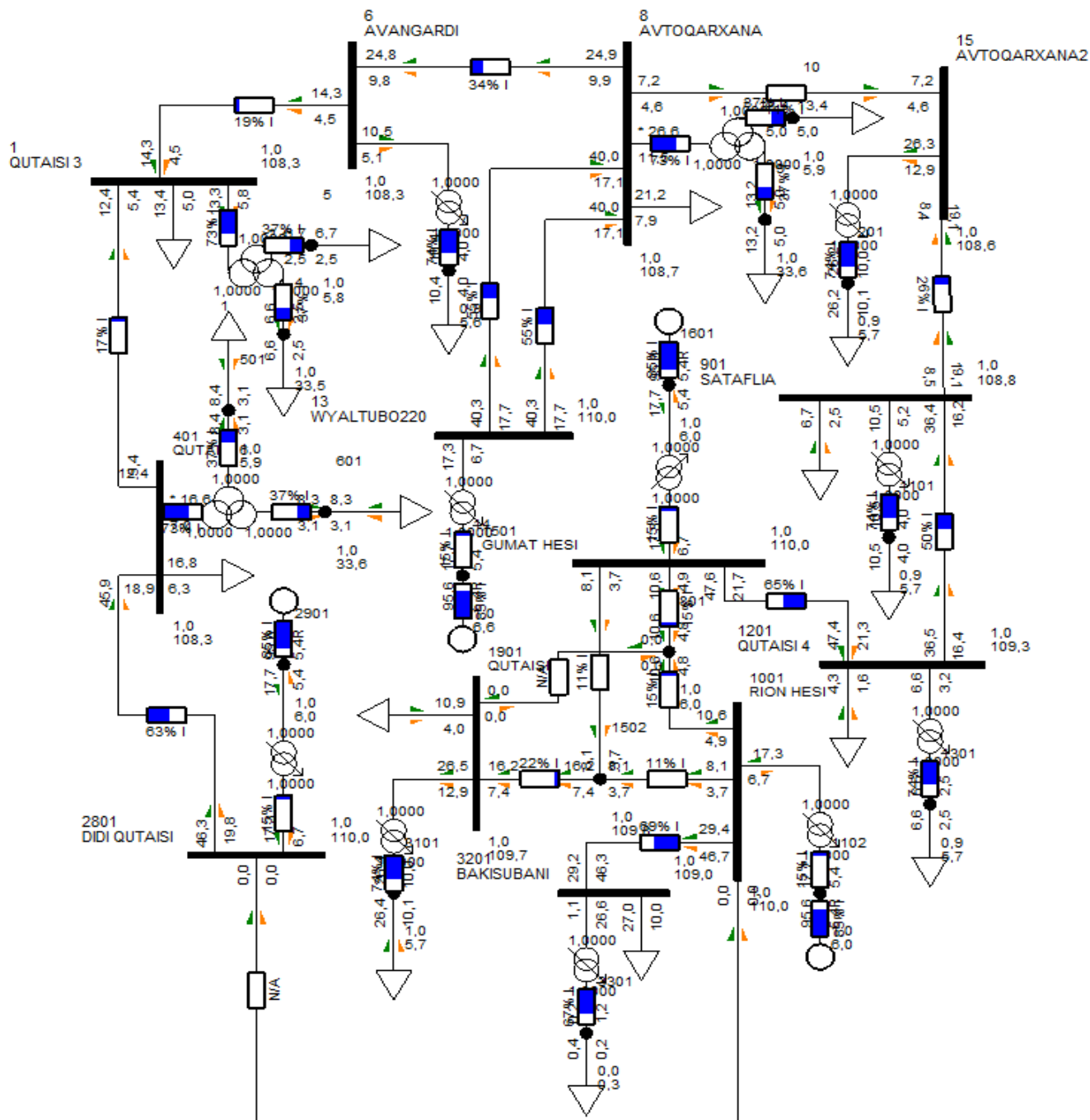
بص.3.10 ب

რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის შემდეგ 6 კვ კვანძ „X“-ზე ძაბვა 3.3 კვ-დან გაზარდა 5,8კვ-მდე, ხოლო 0,4 კვ კვანძ „C“-ზე ძაბვა 0.2 კვ-დან გაიზარდა 0,4 კვ-მდე. რეაქტიული სიმძლავრის საკომპენსაციო დანადგარის დადგმის შემდეგ, შესაბამისად ელექტროგადამცემი ხაზების დატვირთულობა შემცირდა.

მკვებავი ქსელი, ქუთაისის ელექტრული სქემისთვის, წარმოადგენს 110 კვ ძაბვის რთული შერეულ ქსელს. გენერაციის ძირითადი წყაროები განთავსებულია ამ ქსელის ცალკეულ კვანძებში და შესაბამისად, მიეკუთვნებიან იერარქიის IV დონეს. ამ წყაროებიდან ნებისმიერი, მისი დადგმული სიმძლავრიდან გამომდინარე, შეიძლება განხილული იქნეს როგორც მახალანსირებელი. III ან კიდევ უფრო დაბალი დონის მანაწილებელ ქსელში რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის ამოცანის განხილვისას რეკომენდირებულია და მიზანშეწონილია სრულდებოდეს რეაქტიული დატვირთვის რეგიონული ბალანსის პრინციპი. მიუხედავად ამისა III (ან კიდევ უფრო დაბალი) დონის მანაწილებელი ავტონომიურ ქსელში რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაცია გარკვეული ხარისხით გავლენას ახდენს მკვებავ ქსელში სიმძლავრეთა განაწილებაზე და აქედან გამომდინარე დანაკარგების ცვლილების შეფასების თვალსაზრისით გლობალური ამოცანის ამოხსნისას საჭიროა შეფასებული და გათვალისწინებული იქნეს აღნიშნული გავლენა.

შესაბამისად ჩემი კვლევის მეორე ეტაპზე წარმოდგენილია საერთო სქემა, რომელიც შეიცავს როგორც მკვებავ (იერარქიული სტრუქტურის III დონე) ქსელს ისე მანაწილებელს (ანუ ვერტიკალური იერარქიული სტრუქტურის II დონეს) , სადაც ქვესადგურები და დაკავშირებულია ერთმანეთთან, რაც მოგვცემს საშუალებას გავიგოთ, პირველ რიგში, ქვესადგურებს შორის ნაკადგანაწილება. ასევე იერარქიული სტრუქტურის სხვადასხვა დონეზე რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის ურთიერთგავლენა.

ნახ.3.11 ზე წარმოდგენილია ქუთაისის საერთო ელექტრული სქემა (კომპენსაციამდე)



6sb.3.11

Diagram1SQEMA.sld Network data x															
Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QUTAISI 3	110,0	1		1		1		1	110,0000	-1,20	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
4		35,0	1		1		1		1	34,0502	-5,09	38,5000	31,5000	38,5000	31,5000
5		6,0	1		1		1		1	5,9278	-2,98	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
6	AVANGARDI	110,0	1		1		1		1	109,8822	-1,15	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
7		6,0	1		1		1		1	5,7412	-6,27	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
8	AVTOQARXANA	110,0	1		1		1		1	109,3116	-0,71	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
9		35,0	1		1		1		1	33,8366	-4,61	38,5000	31,5000	38,5000	31,5000
10		6,0	1		1		1		1	5,8911	-2,48	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
13	WYALTUBO220	110,0	1		1		1		3	110,0000	0,00	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
14		6,6	1		1		1		2	6,6000	33,54	7,2600	5,9400	7,2600	5,9400
15	AVTOQARXANA 2	110,0	1		1		1		1	108,9749	-0,72	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
201		6,0	1		1		1		1	5,6973	-5,91	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
401	QUTAISI 6	110,0	1		1		1		1	109,7858	-1,10	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
501		6,0	1		1		1		1	5,9361	-2,44	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
601		35,0	1		1		1		1	34,0885	-4,55	38,5000	31,5000	38,5000	31,5000
801		6,0	1		1		1		1	5,9830	-0,12	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
901	SATAFLIA	110,0	1		1		1		1	109,0371	-0,63	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1001	RION HESI	110,0	1		1		1		3	110,0000	0,00	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1101		6,0	1		1		1		1	5,6943	-5,80	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1102		6,0	1		1		1		2	6,0000	33,54	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1201	QUTAISI 4	110,0	1		1		1		1	109,4426	-0,34	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1301		6,0	1		1		1		1	5,7129	-5,49	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1501	GUMAT HESI	110,0	1		1		1		3	110,0000	0,00	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1502		110,0	1		1		1		1	109,7620	-0,09	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000

ნახ.3.11 ა

1501	GUMAT HESI	110,0	1		1		1		3	110,0000	0,00	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1502		110,0	1		1		1		1	109,7620	-0,09	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1601		6,0	1		1		1		2	6,0000	33,54	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1901	QUTAISI 5	110,0	1		1		1		1	109,6884	-0,12	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
2801	DIDI QUTAISI	110,0	1		1		1		3	110,0000	0,00	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
2901		6,0	1		1		1		2	6,0000	33,54	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3101		6,0	1		1		1		1	5,7369	-5,28	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3201	BAKISUBANI	110,0	1		1		1		1	108,7986	0,04	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
3301		6,0	1		1		1		1	0,9028	-31,58	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
*															

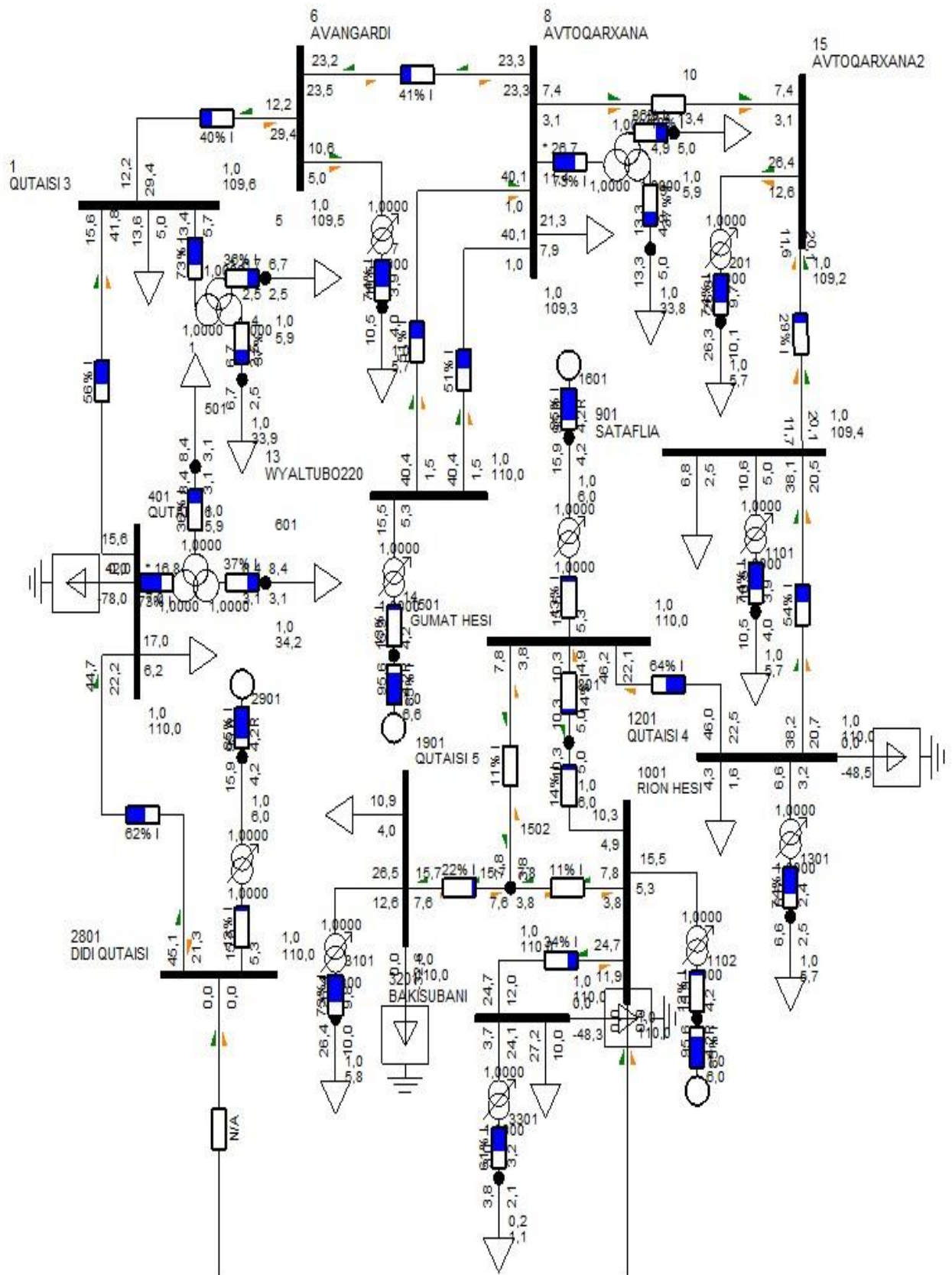
ნახ.3.11 ბ

ანგარიშის შედეგებმა გვიჩვენა რომ ძაბვები კვანძებში არ შეესაბამება ტექნიკურ-ექსპლუატაციის წესებით განსაძვრულ ნორმებს. კერძოდ კ/ს „ავტოქარხანას“

შემთხვევაში 110კვ-იან სალტეზე ძაბვა არის 108კვ, იგივე მდგომარეობაა ქ/ს“ბაკისუბნის“ შემთხვევაშიც.

ამ შემთხვევაში საკომპენსაციო დანადგარების დადგმის ადგილად შეირჩა ის ქვესადგურები, რომლებიც კვებას ღებულობენ ელექტროსადგურებიდან, რადგან ისინი წარმოადგენენ რეაქტიული სიმძლავრის გენერირების პირდაპირ წყაროს. შესაბამისად საკომპენსაციო დანადგარები დაიდგა ქ/ს „ქუთაისი 4“-ში, ქ/ს „ქუთაისი 5“ და ქ/ს „ბაკისუბანში“.

ნახ.3.12-ზე მოცემულია ქუთაისის ელექტრული სქემა კომპენსაციის შემდეგ, ხოლო ნახ.3.1- ა სა და ნახ.3.12-ბ ზე გაანგარიშების შედეგები.



Бб.3.12

Diagram1	Diagram1SQEMA.sld	Network data x													
Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QUTAI3	110,0	1		1		1		1	109,3556	-1,12	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
4		35,0	1		1		1		1	34,9243	-5,03	38,5000	31,5000	38,5000	31,5000
5		6,0	1		1		1		1	5,9065	-2,91	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
6	AVANGARDI	110,0	1		1		1		1	109,5416	-1,08	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
7		6,0	1		1		1		1	5,7219	-6,22	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
8	AVTOQARXANA	110,0	1		1		1		1	109,2916	-0,71	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
9		35,0	1		1		1		1	34,8289	-4,60	38,5000	31,5000	38,5000	31,5000
10		6,0	1		1		1		1	5,8899	-2,48	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
13	WYALTUBO220	110,0	1		1		1		3	110,0000	0,00	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
14		6,6	1		1		1		2	6,6000	33,54	7,2600	5,9400	7,2600	5,9400
15	AVTOQARXANA 2	110,0	1		1		1		1	109,1839	-0,76	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
201		6,0	1		1		1		1	5,7085	-5,94	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
401	QUTAI3 6	110,0	1		1		1		1	111,0000	-1,14	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
501		6,0	1		1		1		1	5,9478	-2,48	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
601		35,0	1		1		1		1	34,1566	-4,58	38,5000	31,5000	38,5000	31,5000
801		6,0	1		1		1		1	6,0000	-0,19	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
901	SATAFLIA	110,0	1		1		1		1	109,3668	-0,69	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1001	RION HESI	110,0	1		1		1		3	110,0000	0,00	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1101		6,0	1		1		1		1	5,7122	-5,85	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1102		6,0	1		1		1		2	6,0000	33,54	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1201	QUTAI3 4	110,0	1		1		1		1	110,0000	-0,45	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1301		6,0	1		1		1		1	5,7434	-5,57	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1501	GUMAT HESI	110,0	1		1		1		3	110,0000	0,00	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
1502		110,0	1		1		1		1	109,9999	-0,14	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000

Бсб.3.12 с

1601		6,0	1		1		1		2	6,0000	33,54	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1901	QUTAI3 5	110,0	1		1		1		1	110,0000	-0,19	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
2801	DIDI QUTAI3	110,0	1		1		1		3	110,0000	0,00	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
2901		6,0	1		1		1		2	6,0000	33,54	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3101		6,0	1		1		1		1	5,7538	-5,32	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3201	BAKISUBANI	110,0	1		1		1		1	111,0000	-0,25	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
3301		6,0	1		1		1		1	6,0658	-34,50	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
*															

Бсб.3.12 б

განგარიშების შედეგების მიხედვით, იმ ქვესადგურებში სადაც ძაბვა კომპენსაციამდე იყო დაბალი, კომპენსაციის შემდეგ გაიზარდა. კერძოდ: ქ/ს“ზაკისუნაში“ და ქ/ს „ავტოქარხანაში“ ძაბვა 110 კვ-იან სალტეზე შეადგენს 111კვ-ს და 109,2კვ-ს. ასევე ელექტროგადამცემი ხაზების დატვირთულობა შემცირებულია.

ჩატარებული კვლევებისა და მიღებული შედეგების ანალიზის მიხედვით შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა:

1. აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების შემცირებისა და რეაქტიული სიმძლავრის ოპტიმალური კომპენსაციის თვალსაზრისით, მაკომპენსირებელი დანადგარის დაყენების ადგილად რეკომენდირებულია ქვესადგურის 6-10 კვ ძაბვის სალტე.
2. ქსელის იერარქიული სტრუქტურის ანალიზის საფუძველზე ნაშრომში ნაჩვენებია, განსახილველ მანაწილებელ ქსელში, რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაცია იმ სახით, რომელიც გულისხმობს მოცემული ქსელისა და სისტემის დანარჩენი ნაწილის ურთიერთკავშირს;
3. 0,4კვ. ძაბვის, ხაზის ბოლოში მაკომპენსირებელი დანადგარის დაყენება, აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების შემცირების თვალსაზრისით, მნიშვნელოვნად უფრო მეტ ეფექტს იძლევა მაღალი (35-110კვ) ქსელში, ვიდრე თვით 10/0,4 კვ ძაბვის ქსელში.
4. მიღებულია კვანძების რეაქტიული დატვირთვებით გამოწვეული აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ოპტიმალური მნიშვნელობის საანგარიშო გამოსახულებები, რაც საშუალებას გვაძლევს წინასწარ შევაფასოთ კომპენსაციის პრიორიტეტულობა კვანძების მიხედვით.
5. ნაჩვენებია მაღალი ძაბვის ქსელში დანაკარგების შემცირებით მიღებული ტექნიკური ეფექტი, განაწილებული თითოეულ დაბალი ძაბვის ქსელში დადგმული რეაქტიული სიმძლავრის მაკომპენსირებელი დანადგარების სიმძლავრთა შესაბამისად.

თავი IV

4.1. ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელის მიმოხილვა

ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელი მოიცავს 13 ქვესადგურს და მისგან გამომავალ ფიდერებს. ამ ფიდერთა ნომინალური ძაბვებია 6 და 10 კვ. სიმძლავრის და ენერჯის დანაკარგების შემცირება ენერგოსისტემის ეკონომიური მუშაობისათვის აუცილებელი პირობაა. ელექტრულ ქსელებში სიმძლავრის და ენერჯის დანაკარგები შეიძლება დავყოთ ნომინალური ძაბვის საფეხურების მიხედვით. სათანადო ანალიზი გვიჩვენებს, რომ დანაკარგების მეტი წილი 65% მოდის 0,1-10 კვ ძაბვის ქსელებზე, 10% – 35 კვ ძაბვის ქსელებზე, ხოლო 25% – 110-220 კვ ძაბვის ქსელებზე.

ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, რომ ყველაზე უფრო ქმედითია ღონისძიება, რომელიც ამცირებს ენერჯის დანაკარგებს პირველ რიგში 0,1-10 კვ ქსელებში, ხოლო შემდეგ 35-220 კვ ქსელებში.

დანაკარგების შემცირების ღონისძიებების დასასახად, პირველ რიგში, საჭიროა შევისწავლოთ ის ქსელი, სადაც ეს ღონისძიებებია საჭირო. ჩვენ შემთხვევაში ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელი. შესწავლაში იგულისხმება გავიანგარიშოთ რეჟიმის პარამეტრები, რაც გარკვეულ წარმოდგენას შეგვიქმნის ქსელის მდგომარეობაზე. აქ ყურადსაღებია ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტი. რეჟიმის პარამეტრების გაანგარიშება შეიძლება ჩავატაროთ ქსელის სხვადასხვა რეჟიმით მუშაობის დროს (დამყარებული რეჟიმი მაქსიმალური დატვირთვისას, დამყარებული რეჟიმი მინიმალური დატვირთვისას). ასევე არსებობს ელექტრული ქსელის მუშაობის სხვა რეჟიმები, რომელსაც ჩვენ არ განვიხილავთ. ელექტრული ქსელის ამ რეჟიმებით მუშაობისას (დამყარებული რეჟიმი მაქსიმალური დატვირთვისას, დამყარებული რეჟიმი მინიმალური დატვირთვისას) ცხადია, რომ რეჟიმის პარამეტრები სხვადასხვა იქნება.

ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელი ამჟამად ძირითადად მუშაობს მინიმალური დატვირთვის რეჟიმით, ამიტომ ქსელის მდგრადობის შეფასება და შემდეგ რაიმე დასკვნის გაკეთება ამის საფუძველზე არასწორი იქნება. ელექტრული ქსელის

მედევობა შეიძლება შევავასოთ მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმის დროს, რაც რეალურად მოსალოდნელია დროის მხოლოდ მცირე მონაკვეთის განმავლობაში.

აქედან გამომდინარეობს, რომ ელექტრული ქსელის მდგომარეობის შესახებ სრულყოფილი ინფორმაციის მიღება შეიძლება მუშაობის ისეთ რეჟიმში, რომლის არსებობის ხანგრძლივობა აღემატება სხვა რეჟიმებით მუშაობის ხანგრძლივობებს.

ამრიგად, ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელის 80%-ით დატვირთვის მუშაობის რეჟიმი ყველაზე მეტად შეეფერება ჩვენთვის სასურველს და გადავწყვიტეთ რეჟიმის პარამეტრების გაანგარიშება ასეთ შემთხვევაში.

გარდა ამისა, ქსელში სიმძლავრისა და ენერჯის დანაკარგები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული დატვირთვის რეაქტიულ შემდგენზე და მაშასადამე, სიმძლავრის კოეფიციენტის მნიშვნელობაზე ($\cos \varphi$). საფაბრიკო-საქარხნო დანადგარებში სიმძლავრის კოეფიციენტი შედარებით დაბალია ($\cos \varphi = 0,6 - 0,8$), თუ არ არის მიღებული რაიმე ღონისძიება მის გასაუმჯობესებლად. სიმძლავრის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა ხშირად 0,7-ია ე.ი. დატვირთვის აქტიური და რეაქტიული შემდგენები დაახლოებით ერთმანეთის ტოლია. ყოველივე ეს დამახასიათებელია ისეთი გამანაწილებელი ქსელებისათვის, სადაც დიდია სამრეწველო-საწარმოთა დატვირთვის ხვედრითი წილი, თუმცა დღესდღეობით, ასეთ მომხმარებელთა სიმცირის გამო, ქსელის $\cos \varphi$ საკმაოდ მაღალია და ზოგჯერ 0,85 და მეტს აღწევს. ჩვენ აქაც შევეცადეთ ოპტიმალური ნიშნულის არჩევას და დავუშვით, რომ სიმძლავრის კოეფიციენტი (ქსელის) 0,8-ის ტოლია.

საბოლოოდ, ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელები გავიანგარიშეთ ქსელის 80% - ით დატვირთვისას და $\cos \varphi = 0,8$ სიდიდის დროს. ეს უკანასკნელი მომხმარებელთა სიმძლავრის კოეფიციენტია და არა ქსელის, მაგრამ ჩვენს შემთხვევაში $\cos \varphi_{\text{მომხ}} = \cos \varphi_{\text{ქსელი}} = 0,8$.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, 35 კვ და უფრო დაბალი ძაბვის ქსელებში გამოიყენება შედარებით პატარა განივკვეთის სადენები, რომელთათვისაც ადგილი აქვს $r_0 > x_0$ უტოლობას და შესაბამისად, გვაქვს $\Delta U_R > \Delta U_X$.

$$\Delta U_R = \frac{1}{U_0} \sum_{i=1}^n P_i R_i = \frac{1}{U_0} \sum_{i=1}^n P_i r_{0,i} l_i. \quad (4.1)$$

$$\Delta U_X = \frac{1}{U_0} \sum_{i=1}^n Q_i X_i = \frac{1}{U_0} \sum_{i=1}^n Q_i x_{0,i} l_i. \quad (4.2)$$

(4.1) და (4.2) ფორმულები წარმოადგენს ძაბვის დანაკარგს, გამოწვეულს აქტიური და რეაქტიული სიმძლავრით აქტიურ და რეაქტიულ წინაღობებში.

რადგანაც სადენის აქტიური წინაღობა მისი განივკვეთის უკუპროპორციულია, განივკვეთის შეცვლა არსებით გავლენას ახდენს ძაბვის და შესაბამისად, სიმძლავრის დანაკარგზე. ეს ღონისძიება აღნიშნული ძაბვის ქსელებში ძაბვის(სიმძლავრის) დანაკარგების შემცირების ეფექტურ ღონისძიებად ითვლება.

სადენთა განივკვეთი უნდა შეირჩეს ორი ძირითადი პირობის მიხედვით

$$3 = \min. \quad (4.3)$$

და

$$\Delta U \leq \Delta U_{\text{დას}} \quad (4.4)$$

სადაც: $\Delta U_{\text{დას}}$ – მომხმარებლის სალტეზე ძაბვის ნომინალურიდან გადახრის დასაშვები მნიშვნელობა;

$$\Delta U_{\text{დას}} = \Delta U_{\text{დას}} \% \cdot U_{\text{ფ}} \cdot 10^{-2} .$$

ΔU – მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში მომხმარებელთან ძაბვის გადახრა, რომელიც 110 კვ-მდე (ჩათვლით) ქსელის შემთხვევაში განისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta U = \frac{1}{U_{\text{ფ}}} (\sum_{i=1}^n P_i R_i + \sum_{i=1}^n Q_i X_i).$$

110 კვ და უფრო მაღალი ძაბვის ქსელებში სადენთა განივკვეთების შერჩევა (4.4) პირობით არარეკომენდებულია, რადგანაც, ჯერ-ერთი, ამ ქსელთან მომხმარებლები მიერთებული არიან ძაბვის რეგულირების საშუალების მქონე მადაბლებელი ტრანსფორმატორების გავლით და მეორე, აღნიშნულ ქსელებში გამოიყენება დიდი განივკვეთის სადენები, რომელთათვისაც $r_0 < x_0$ და შესაბამისად, სადენის განივკვეთის შეცვლა ძაბვის(სიმძლავრის) დანაკარგს არსებითად ვერ ცვლის.

ამრიგად, (3) პირობით სადენთა განივკვეთების შერჩევა რეკომენდებულია ყველა ძაბვის ქსელებში, ხოლო (4.4) პირობით კი მხოლოდ 35 კვ და უფრო დაბალი ძაბვის ქსელებში.

სადენთა განივკვეთების შერჩევას გათვალისწინებული უნდა იქნას ისეთი შეზღუდვები როგორცაა: დასაშვები გახურება; გვირგვინის მოვლენა(ჩვენს შემთხვევაში უგულვებელყოფილია); მექანიკური სიმტკიცე.

დასაშვები გახურების მიხედვით წარმოებს შერჩეული განივკვეთის შემოწმება იმ რეჟიმებში, როცა ხაზში გაედინება მაქსიმალური(უდიდესი) დენი, რომელიც განივკვეთის შერჩევას გათვალისწინებული არ იყო.

სადენთა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის მიხედვით მოიცავს ორი სახის ამოცანას, როცა მაგისტრალის უბნებზე ეკონომიკურად არამიზანშეწონილია

სადენთა ერთი და იმავე განივკვეთი.

- მაგისტრალურ ქსელში სადენთა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგისა და ფერადი ლითონის ხარჯის მინიმუმის მიხედვით;
- მაგისტრალურ ქსელში სადენთა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგისა და აქტიური სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგების მიხედვით.

პირველ ამოცანაში მიზნის ფუნქციაა ფერადი ლითონის მინიმალური ხარჯი.

$$V = 3 \sum_{i=1}^n F_i l_i \Rightarrow \min.$$

ამ პირობის დაცვით, მაგისტრალის ბოლო უბანზე სადენის(F_n) განივკვეთის საანგარიშო გამოსახულებაა:

$$F_n \geq \frac{\sqrt{P_n} \rho \sum_{i=1}^n \sqrt{P_i} l_i}{U \delta (\Delta U_{\text{დას}} - \Delta U_x)} \quad (4.5)$$

F_n _ის გამოთვლის შემდეგ ქსელის დანარჩენი უბნების სადენთა განივკვეთებს განვსაზღვრავთ (6) თანაფარდობის მიხედვით.

$$F_i = F_n \frac{\sqrt{P_i}}{\sqrt{P_n}} \quad (4.6)$$

მეორე სახის ამოცანაში მიზნის ფუნქციაა აქტიური სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგი

$$\Delta P = \frac{\rho}{U \delta^2} \sum_{i=1}^n \frac{P_i^2 l_i}{F_i \cos^2 \varphi_i} \Rightarrow \min .$$

აქაც, ამოცანის მთავარი პირობის დაცვის ფარგლებში ვსაზღვრავთ მაგისტრალის ბოლო უბნის სადენის განივკვეთის საანგარიშო გამოსახულებას:

$$F_n \geq \frac{\rho P_n \sum_{i=1}^n l_i \cos \varphi_i}{U \delta (\Delta U_{\text{დას}} - \Delta U_x) \cos \varphi_n} \quad (4.7)$$

F_n _ის გამოთვლის შემდეგ გავიგებთ F_i _ს.

$$F_i = F_n \frac{P_i \cos \varphi_n}{P_n \cos \varphi_i} \quad (4.8)$$

აღსანიშნავია, რომ აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების მინიმუმს შეესაბამება ქსელის უბნებზე დენის სიმკვრივის მუდმივობა $\delta_i = const$, ამიტომ მეორე სახის ამოცანას შეიძლება ენერგეტიკულ მაგალითებში შეიძლება შემდეგნაირად შევხვდეთ: მაგისტრალურ ქსელში სადენტა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგისა და დენის მუდმივი სიმკვრივის მიხედვით.

ამრიგად, ზემოთ განხილული თეორიული მასალებისა და PSSE პროგრამის ერთობლიობით შევამცირეთ ქუთაისის გამანაწილებელ ქსელში სიმძლავრის და ენერჯის დანაკარგები სამი მეთოდით: 1) სადენტა განივკვეთის შეცვლა ფიდერის მაგისტრალის უბნებზე; 2) რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციით ქსელის აქტიური სიმძლავრის კოეფიციენტის გაუმჯობესება; 3) ქსელის ნომინალური ძაბვის საფეხურის გაზრდა. თავდაპირველად ვამცირებთ ენერჯის დანაკარგებს 1 მეთოდით.

უშუალოდ გაანგარიშების დაწყებამდე PSSE პროგრამის გამოყენებით გავიგოთ რა ფარგლებშია ფიდერებზე რეჟიმის პარამეტრები მისი მაქსიმალური დატვირთულობის დროს. ამით შევაფასებთ ფიდერის ელექტრულ მდგრადობას მოსალოდნელი მაქსიმალური დატვირთვების მიმართ.

4.2 დანაკარგების შემცირების ღონისძიებები სადენტა განივკვეთის შეცვლით

ნახ.4.1.-ზე წარმოდგენილია ფიდერი წყალსადენის სქემა PSSE პროგრამაში მაქსიმალური დატვირთვისას. როგორც ნახაზი გვიჩვენებს ელექტროგადამცემი ხაზები გადაიტვირთა, რაც მიუთითებს, რომ ამ სადენტა განივკვეთი არ შეესაბამება ჩვენ მიერ მიცემულ დატვირთვას. ეს ნიშნავს, რომ ხაზების გამტარობა გასაზრდელია, რაც მიიღწევა ან ახალი განივკვეთის სადენტების გამოყენებით იმავე უბნებზე, ან ამ ფიდერის ნომინალური ძაბვის გაზრდით.

110/35/6 კვ ქს „ქუთაისი 4“ ფ-„წყალსადენი“ __თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_b ; ΔP_{ρ} ; ΔP_{ρ_s} ; $\Delta \exists_{\rho_s, \text{წლ}}$; $\Delta \exists$ %; $\exists_{\text{მომხ, წლ}}$; η %.

წინასწარ აღვნიშნოთ, რომ სიმძლავრეები წარმოდგენილი იქნება მგვტ-ებით ,ხოლო ენერჯია მგვტ/სთ-ით.

$$\Delta P_b = 0,4 ; \Delta P_{\rho} = 0,103 ; \Delta P_{\rho_s} = 0,503 ; \Delta \exists'_{\rho_s, \text{წლ}} = \Delta P_{\rho_s} \cdot 8760 = 4406,28 ; \exists_{\text{მომხ, წლ}} = 35376,4 ; \Delta \exists' \% = \frac{\Delta \exists \cdot 100}{\exists_{\text{მომხ}} + \Delta \exists} = 11\% ; \eta' \% = 100 - \Delta \exists \% = 89\% .$$

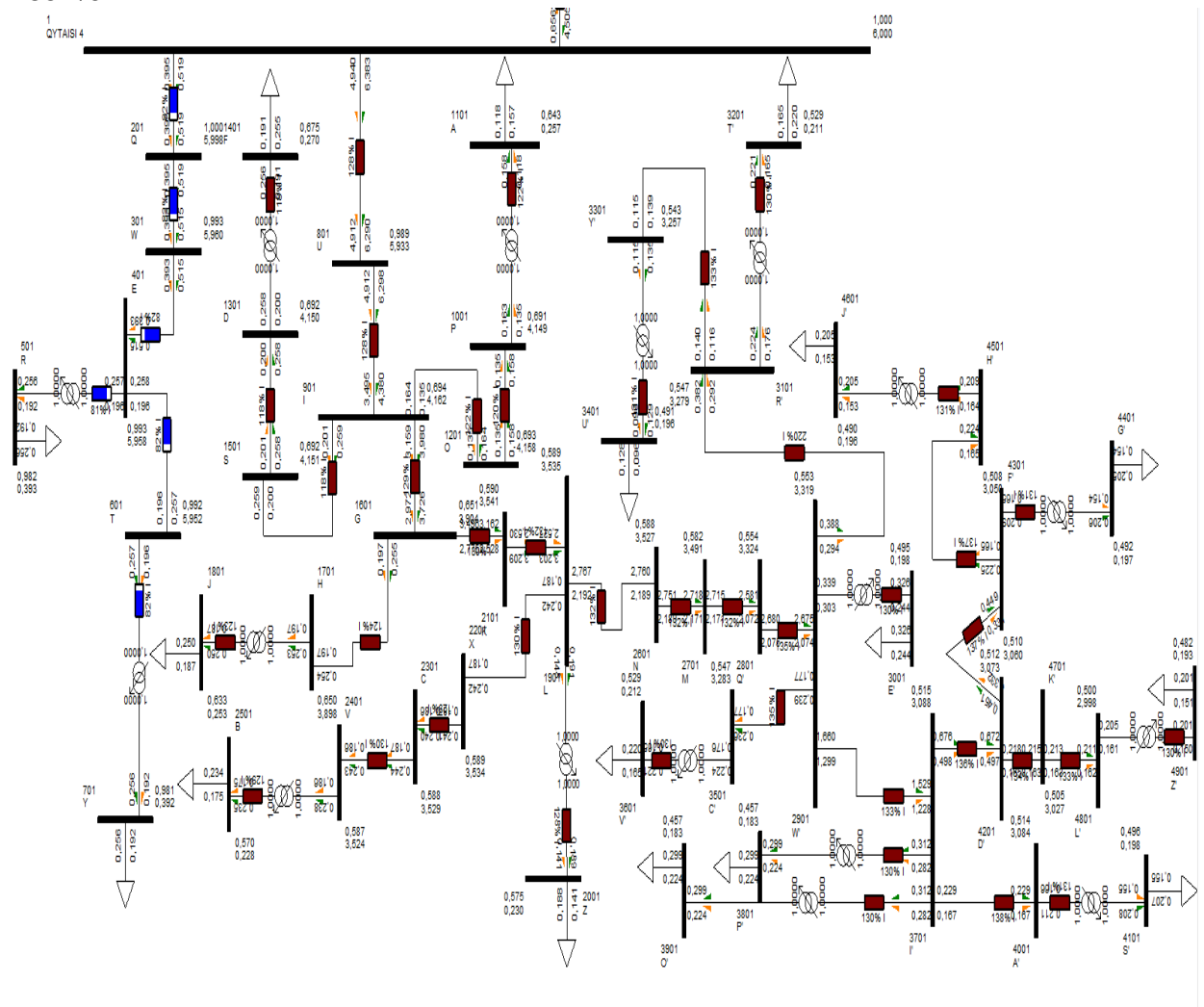
განვსაზღვროთ მაგისტრალის უბნების სადენტა განივკვეთი.

$F_n \geq 35$; $F_{n+1} = 50$; $F_{n+2} = 61$; $F_{n+3} = 94,5$; $F_{n+4} = 119$; $F_{n+5} = 119$; $F_{n+6} = 119$; $F_{n+7} = 128$;

$F_{n+8} = 128$; $F_{n+9} = 133$; $F_{n+10} = 140$. $F_{n+11} = 140$.

ამრიგად, ქვესადგურის სალტიდან 25 კვანძამდე საჭიროა 150 მ³ განივკვეთის საკაბელო ხაზი. 25 კვანძიდან ს.პ. 301-154 მდე საჭიროა 120 მ³ განივკვეთის საკაბელო ხაზი, თუმცა ამ ინტერვალში ზოგიერთი უბანი აკმაყოფილებს ამ მოთხოვნას, ამიტომ შეიცვლება მხოლოდ იმ უბნის სადენები, რომლებიც ჩვენ მოთხოვნას ვერ პასუხობს.

ცვლილება ეხება 53-62 ინტერვალს 95 მ³ განივკვეთის სადენით. ს.პ. 301-164ა დან 65 კვანძამდე არსებული ორი უბნიდან იცვლება მხოლოდ 63-65 ინტერვალის მონაკვეთი 70 მ³ განივკვეთის სადენით. 65 კვანძიდან მაგისტრალის ბოლომდე სადენები აღარ იცვლება.



ნახ.4.1. 110/35/6 კვ ქს „ქუთაისი 4“ ფ-„წყალსადენი“

თუ გაანგარიშებით მიღებული განივკვეთის სადენებს გამოვიყენებთ

ΔP_b ; $\Delta P_{ქს}$; $\Delta \exists_{ქს, წლ}$; $\Delta \exists \%$; $\eta \%$ - ამ სიდიდეების მნიშვნელობები შეიცვლება.

$$\Delta P_b = 0,175$$

$$\Delta P_{ქს} = 0,278$$

$$\Delta \exists''_{ქს, წლ} = \Delta P_{ქს} \cdot 8760 = 2435,3$$

$$\Delta \exists'' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{მოხმ} + \Delta \exists} = 6,4\%$$

$$\eta''\% = 100 - \Delta\% = 93,6\% .$$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 1971მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 4,6%-ით, ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 4,6%-ით.

განვსაზღვროთ ამავე ფიდერის მაგისტრალურ უბნებზე სადენთა განიკვეთები მეორე სახის ამოცანის(სადენთა განიკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის და აქტიური სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგების) მიხედვით .

$$T_{\text{მაქს}} = \frac{\exists_{\text{მოხაწვლ}}}{P_{\text{მაქს}}} = 7008\text{სთ}; \delta_{\text{კვ}} = 1,2\text{ა/მწ}.$$

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QYTAISI 4	6.0	1		1		1		3	6.0000	0.00	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
101	SAGENERATORO	20.0	1		1		1		2	20.0000	6.61	22.0000	18.0000	22.0000	18.0000
201	Q	6.0	1		1		1		1	5.9977	0.01	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
301	W	6.0	1		1		1		1	5.9596	0.07	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
401	E	6.0	1		1		1		1	5.9582	0.07	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
501	R	0.4	1		1		1		1	0.3927	-0.40	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
601	T	6.0	1		1		1		1	5.9518	0.09	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
701	Y	0.4	1		1		1		1	0.3923	-0.38	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
801	U	6.0	1		1		1		1	5.9326	0.25	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
901	I	6.0	1		1		1		1	4.1622	0.89	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1001	P	6.0	1		1		1		1	4.1458	0.99	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1101	A	0.4	1		1		1		1	0.2573	-1.77	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1201	O	6.0	1		1		1		1	4.1578	0.89	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1301	D	6.0	1		1		1		1	4.1504	0.91	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1401	F	0.4	1		1		1		1	0.2702	-0.07	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1501	S	6.0	1		1		1		1	4.1507	0.91	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1601	G	6.0	1		1		1		1	3.9040	1.02	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1701	H	6.0	1		1		1		1	3.8984	1.05	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1801	J	0.4	1		1		1		1	0.2531	-0.04	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1901	L	6.0	1		1		1		1	3.5345	1.25	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2001	Z	0.4	1		1		1		1	0.2300	0.25	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2101	K	6.0	1		1		1		1	3.5406	1.23	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2201	X	6.0	1		1		1		1	3.5340	1.25	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2301	C	6.0	1		1		1		1	3.5293	1.24	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2401	V	6.0	1		1		1		1	3.5238	1.28	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2501	B	0.4	1		1		1		1	0.2278	0.02	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2601	N	6.0	1		1		1		1	3.5275	1.28	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2701	M	6.0	1		1		1		1	3.4913	1.39	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2801	Q	6.0	1		1		1		1	3.3229	1.50	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2901	W	6.0	1		1		1		1	3.3188	1.53	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3001	E	0.4	1		1		1		1	0.1982	-3.44	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3101	R	6.0	1		1		1		1	3.2795	1.83	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3201	T	0.4	1		1		1		1	0.2115	0.45	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3301	Y	6.0	1		1		1		1	3.2686	1.90	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3401	U	0.4	1		1		1		1	0.1964	-1.86	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3501	C	6.0	1		1		1		1	3.2630	1.80	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3601	V	0.4	1		1		1		1	0.2117	0.43	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3701	I	6.0	1		1		1		1	3.0879	2.26	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3801	P	0.4	1		1		1		1	0.1829	-3.05	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3901	O	0.4	1		1		1		1	0.1829	-3.05	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4001	A	6.0	1		1		1		1	3.0844	2.29	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4101	S	0.4	1		1		1		1	0.1984	0.83	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4201	D	6.0	1		1		1		1	3.0729	2.36	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4301	F	6.0	1		1		1		1	3.0601	2.45	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4401	G	0.4	1		1		1		1	0.1988	0.98	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4501	H	6.0	1		1		1		1	3.0506	2.51	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4601	J	0.4	1		1		1		1	0.1982	1.04	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4701	K	6.0	1		1		1		1	3.0274	2.49	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4801	L	6.0	1		1		1		1	2.9990	2.50	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4901	Z	0.4	1		1		1		1	0.1927	1.00	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600

ნახ.4.2.110/35/6 კვ ქს „ქუთაისი 4“ ფ-„წყალსადენი“

$F_{\text{გ}} = \frac{I_{\text{მე}}}{\delta_{\text{გ}}}$ - ფორმულის მიხედვით გავიგებთ მაგისტრალის უბნების სადენტო განიკვეთს.

$F_n = 10,7; F_{n+1} = 21,4; F_{n+2} = 32,11; F_{n+3} = 76,5; F_{n+4} = 121,5; F_{n+5} = 121,5; F_{n+6} = 121,5;$

$F_{n+7} = 140,76; F_{n+8} = 140,76; F_{n+9} = 151,46; F_{n+10} = 168,86(\text{კბ}); F_{n+11} = 168,86(\text{კბ}).$

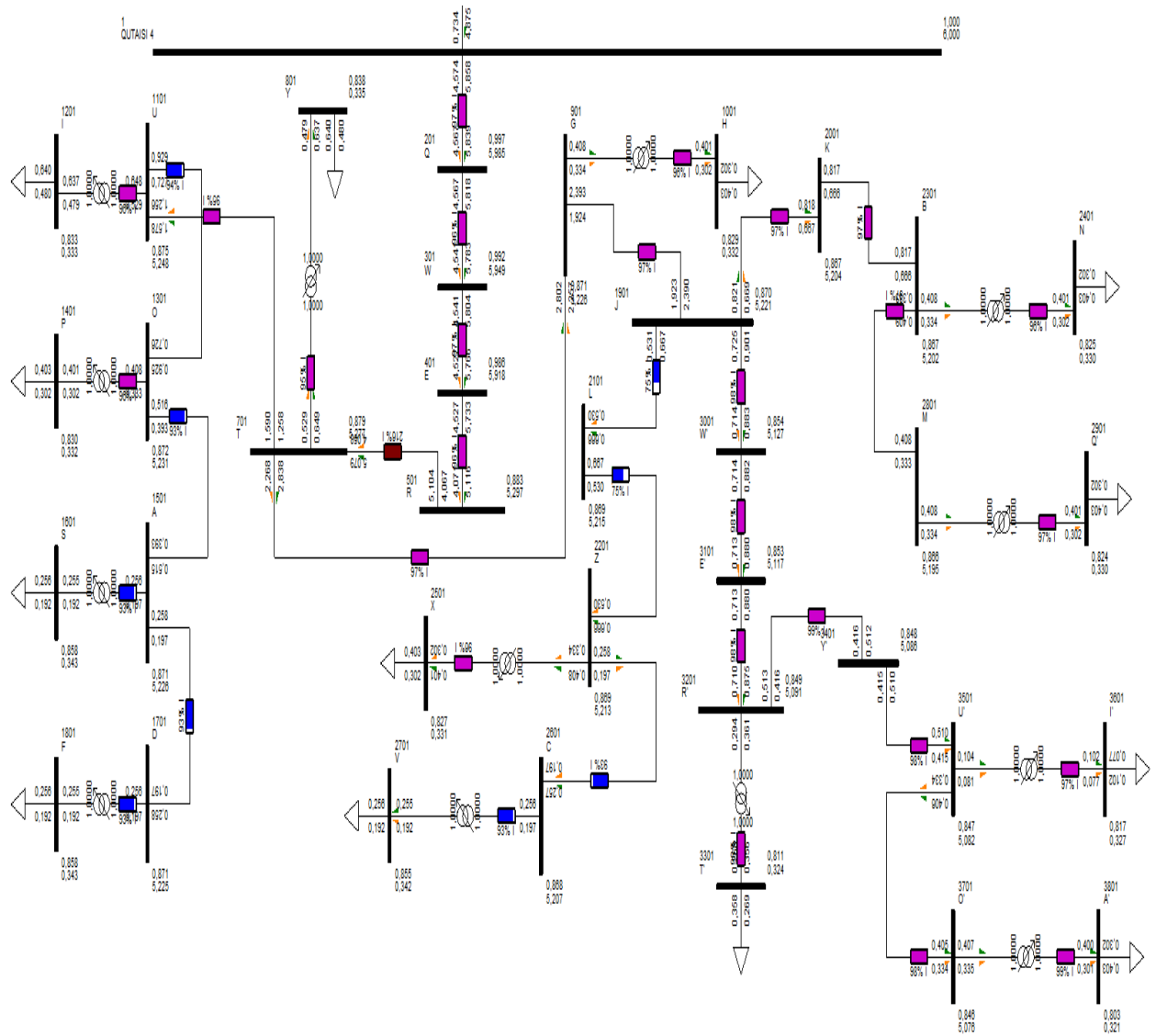
ამრიგად, ქვესადგურის სალტიდან 25 კვანძამდე საჭიროა 185 მ² განიკვეთის საკაბელო ხაზი. 25 კვანძიდან ს.პ. 301-161 მდე საჭიროა 150 მ². ს.პ. 301-161 დან ს.პ. 301-154 მდე მონაკვეთში შეიცვლება 45-52 მონაკვეთი. ს.პ. 301-154 დან ს.პ. 301-164 ა მდე მონაკვეთში 53-62 უბანი უნდა შეიცვალოს 70 მ²-ით. ს.პ. 301-164 ა დან ბოლო უბნამდე სადენტო ადარ შეიცვლება.

სადენტო შეცვლის შემდეგ მივიღეთ: $\Delta P_b = 0,1; \Delta P_{\text{გ}} = 0,203; \Delta \exists'_{\text{გ,წლ}} = 1778,3;$
 $\Delta \exists''' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{\text{მობმ}} + \Delta \exists} = 4,8\%; \eta''' \% = 100 - \Delta \exists \% = 95,2\% .$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 2628 მგვტ/სთ-ით ; ენერჯის დანაკარგების დონე 6,2%-ით ; ფიდერის მ.ქ.კ. გაიზარდა 6,2%-ით.

110/35/6 კვ ქ/ს „ქუთაისი 4“ ფ-„58“ __თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: $\Delta P_b; \Delta P_{\text{ტ}}; \Delta P_{\text{გ}}; \Delta \exists'_{\text{გ,წლ}}; \Delta \exists \% ; \exists_{\text{მობმ,წლ}}; \eta\%$. წინასწარ აღვნიშნოთ, რომ სიმძლავრეები წარმოდგენილი იქნება მგვტ-ებით ,ხოლო ენერჯია მგვტ/სთ-ით.

$\Delta P_b = 0,1352; \Delta P_{\text{ტ}} = 0,1; \Delta P_{\text{გ}} = 0,2352; \Delta \exists'_{\text{გ,წლ}} = \Delta P_{\text{გ}} \cdot 8760 = 2060,4; \exists_{\text{მობმ,წლ}} = 44500,8; \Delta \exists' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{\text{მობმ}} + \Delta \exists} = 4,425\%; \eta' \% = 100 - \Delta \exists \% = 95,575\% .$



ნახ.4.3. 110/35/6 კვ ქს „ქუთაისი 4“ ფ-„58“ სld

განვსაზღვროთ მაგისტრალის უბნების სადენთა განივკვეთი.

$$F_n \geq 82; F_{n+1} = 92; F_{n+2} = 137; F_{n+3} = 137; F_{n+4} = 137; F_{n+5} = 137; F_{n+6} = 137.$$

ქვესადგურის 6 კვ სალტედან ს.პ.301-182 მდე მონაკვეთში საჭიროა 150 მ² განივკვეთის სადენი მხოლოდ იმ უბნებზე, რომელთა არსებული განივკვეთი ნაკლებია აღნიშნულზე. ს.პ.301-182 დან მაგისტრალის ბოლომდე სადენები შეცვლას აღარ საჭიროებს.

თუ გაანგარიშებით მიღებული განივკვეთის სადენებს გამოვიყენებთ ΔP_b ; $\Delta P_{ქს}$; $\Delta \vartheta_{ქს,წლ}$; $\Delta \vartheta$ %; η % - ამ სიდიდეების მნიშვნელობები შეიცვლება.

$$\Delta P_b = 0,1363 ; \Delta P_{ქს} = 0,2363 ; \Delta \vartheta''_{ქს,წლ} = \Delta P_{ქს} \cdot 8760 = 2070 ; \Delta \vartheta'' \% = \frac{\Delta \vartheta}{\vartheta_{მოხ} + \Delta \vartheta} =$$

$$4,445\% ;$$

$$\eta'' \% = 100 - \Delta \vartheta \% = 95,55\% .$$

ამრიგად, სადენტა შეცვლის შემდეგ ენერჯის წლიური დანაკარგების და დანაკარგების დონის მნიშვნელობა მცირედით გაიზარდა, ხოლო ფიდერის მ.ქ.კ. შემცირდა ასევე

უმნიშვნელოდ. ეს ნიშნავს, რომ აღნიშნული დონისძიება არაეფექტურია.

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
101	SAGENERATORO	20.0	1		1		1		2	20.0000	7.16	22.0000	18.0000	22.0000	18.0000
201	Q	6.0	1		1		1		1	5.9843	0.05	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
301	W	6.0	1		1		1		1	5.9492	0.06	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
401	E	6.0	1		1		1		1	5.9133	0.16	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
501	R	6.0	1		1		1		1	5.2974	0.37	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
701	T	6.0	1		1		1		1	5.2770	0.45	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
801	Y	0.4	1		1		1		1	0.3351	-1.81	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
901	G	6.0	1		1		1		1	5.2256	0.68	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1001	H	0.4	1		1		1		1	0.3317	-1.64	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1101	U	6.0	1		1		1		1	5.2478	0.59	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1201	I	0.4	1		1		1		1	0.3330	-1.68	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1301	O	6.0	1		1		1		1	5.2306	0.68	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1401	P	0.4	1		1		1		1	0.3320	-1.63	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1501	A	6.0	1		1		1		1	5.2260	0.70	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1601	S	0.4	1		1		1		1	0.3433	0.09	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1701	D	6.0	1		1		1		1	5.2252	0.70	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1801	F	0.4	1		1		1		1	0.3432	0.09	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1901	J	6.0	1		1		1		1	5.2212	0.70	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2001	K	6.0	1		1		1		1	5.2038	0.73	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2101	L	6.0	1		1		1		1	5.2152	0.71	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2201	Z	6.0	1		1		1		1	5.2132	0.72	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2301	B	6.0	1		1		1		1	5.2020	0.74	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2401	N	0.4	1		1		1		1	0.3300	-1.60	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2501	X	0.4	1		1		1		1	0.3308	-1.61	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2601	C	6.0	1		1		1		1	5.2067	0.74	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2701	V	0.4	1		1		1		1	0.3420	0.13	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2801	M	6.0	1		1		1		1	5.1947	0.77	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2901	Q'	0.4	1		1		1		1	0.3295	-1.58	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3001	W'	6.0	1		1		1		1	5.1267	0.82	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3101	E'	6.0	1		1		1		1	5.1170	0.84	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3201	R'	6.0	1		1		1		1	5.0913	0.90	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3301	T'	0.4	1		1		1		1	0.3243	-1.26	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3401	Y'	6.0	1		1		1		1	5.0857	0.91	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3501	U'	6.0	1		1		1		1	5.0818	0.93	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3601	V'	0.4	1		1		1		1	0.3269	0.07	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3701	O'	6.0	1		1		1		1	5.0760	0.96	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3801	A'	0.4	1		1		1		1	0.3212	-1.50	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600

ნახ.4.3. 110/35/6 კვ ქს „ქუთაისი 4“ ფ-„58“ sav

განვსაზღვროთ ამავე ფიდერის მაგისტრალურ უბნებზე სადენტა განივკვეთები მეორე სახის ამოცანის(სადენტა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის და აქტიური სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგების) მიხედვით .

$F_{\beta\beta} = \frac{I_{\beta\beta}}{\delta_{\beta\beta}}$ -ფორმულის მიხედვით გავიგებთ მაგისტრალის უბნების სადენტა განივკვეთს.

$F_n = 61,3; F_{n+1} = 78; F_{n+2} = 170; F_{n+3} = 170; F_{n+4} = 170; F_{n+5} = 170; F_{n+6} = 170.$

ამჯერად , ქვესადგურის 6 კვ სალტედან ს.პ.301-182 მდე მონაკვეთში საჭიროა 170 მ² განივკვეთის სადენი, ყველა უბანზე. ს.პ.301-182 დან მაგისტრალის ბოლომდე სადენები შეცვლას აღარ საჭიროებს.

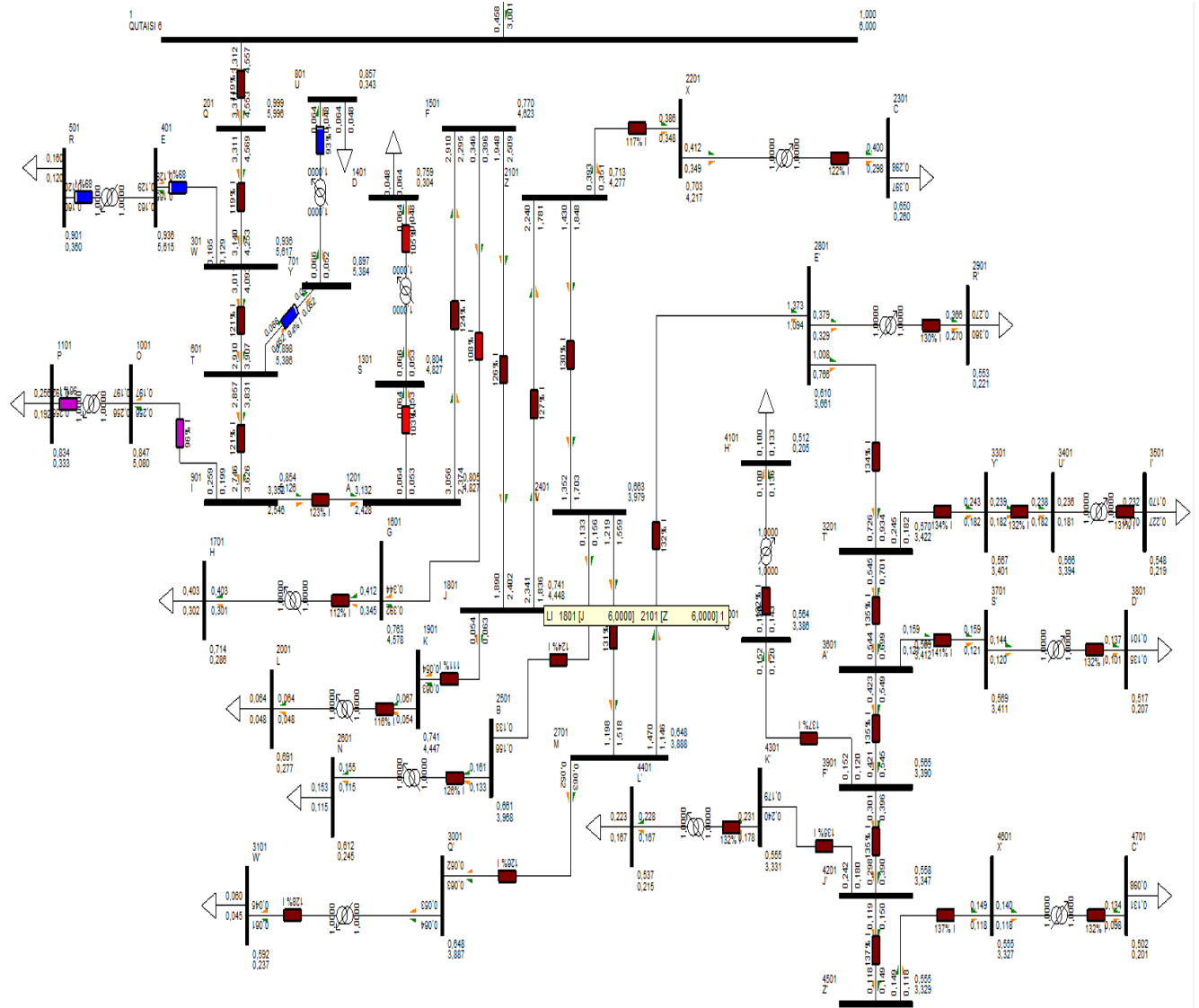
სადენტა შეცვლის შემდეგ მივიღეთ: $\Delta P_b = 0,05 ; \Delta P_{\beta\beta} = 0,15 ; \Delta \vartheta'''_{\beta\beta} = 1314 ;$

$$\Delta\exists''' \% = \frac{\Delta\exists \cdot 100}{\exists_{\text{მომხმ}} + \Delta\exists} = 3\% ; \eta''' \% = 100 - \Delta\exists \% = 97\% .$$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 685,4 მგვტ/სთ-ით ; ენერჯის დანაკარგების დონე 1,425%-ით ; ფიდერის მ.ქ.კ. გაიზარდა 1,425%-ით.

ამ უკასკნელი ფიდერის შემთხვევაში, ცალსახად შეიძლება ითქვას, რომ მეორე სახის ღონისძიება არის უპირატესი.

110/10/6 კვ ქს „ქუთაისი 6“ ფ- „ქვიტირი“ —თავდაპირველად გამოვთვალეთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_b ; $\Delta P_{\text{ტ}}$; $\Delta P_{\text{ქს}}$; $\Delta\exists_{\text{ქს,წლი}}$; $\Delta\exists$ %; $\exists_{\text{მომხმ,წლი}}$; η %. წინასწარ აღვნიშნეთ, რომ სიმპლავრები წარმოდგენილი იქნება მგვტ-ებით ,ხოლო ენერჯია მგვტ/სთ-ით.



ნახ.4.5. 110/10/6 კვ ქს „ქუთაისი 6“ ფ- „ქვიტირი“ სld

$$\Delta P_b = 0,68 ; \Delta P_{\rho} = 0,0625 ; \Delta P_{\rho s} = 0,7425 ; \Delta \exists'_{\rho s, \text{წლ}} = \Delta P_{\rho s} \cdot 8760 = 6504,3 ; \exists_{\text{მომწლ}} = 26574,24 ; \Delta \exists' \% = \frac{\Delta \exists \cdot 100}{\exists_{\text{მომწლ}} + \Delta \exists} = 19\% ; \eta' \% = 100 - \Delta \exists \% = 81\% .$$

განვსაზღვროთ მაგისტრალის უბნების სადენთა განივკვეთი.

$$F_n \geq 22; F_{n+1} = 39; F_{n+2} = 43; F_{n+3} = 51; F_{n+4} = 54; F_{n+5} = 70,3; F_{n+6} = 73; F_{n+7} = 75,6;$$

$$F_{n+8} = 86; F_{n+9} = 86,6; F_{n+10} = 95,3. F_{n+11} = 96,3; F_{n+12} = 101,3; F_{n+13} = 102,3; F_{n+14} = 105.$$

სათავე უბნის 12-1 მონაკვეთში არსებული სადენი იცვლება 120 მ² საკაბელო ხაზით. 12-58 მონაკვეთი 95 მ² საკაბელო ხაზით. 58-78 უბნებზე 95 მ² საჰაერო ხაზით. 78 კვანძიდან ბოლო უბნამდე სადენითა განივკვეთი არ იცვლება.

თუ გაანგარიშებით მიღებული განივკვეთის სადენებს გამოვიყენებთ

ΔP_b ; $\Delta P_{\rho s}$; $\Delta \exists_{\rho s, \text{წლ}}$; $\Delta \exists$ %; η % - ამ სიდიდეების მნიშვნელობები შეიცვლება.

$$\Delta P_b = 0,3 ; \Delta P_{\rho s} = 0,3625 ; \Delta \exists''_{\rho s, \text{წლ}} = \Delta P_{\rho s} \cdot 8760 = 3175,5 ; \Delta \exists'' \% = \frac{\Delta \exists \cdot 100}{\exists_{\text{მომწლ}} + \Delta \exists} = 10,67\%$$

;

$$\eta'' \% = 100 - \Delta \exists \% = 89,33\% .$$

ამრიგად, ენერგიის წლიური დანაკარგები შემცირდა 3328,8 მგვტ/სთ-ით. ენერგიის დანაკარგების დონე 8,33%-ით, ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 8,33%-ით.

Bus Number	Bus Name	Base KV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (KV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
101	SAGENERATORO	20.0	1		1		1		2	20.0000	6.38	22.0000	18.0000	22.0000	18.0000
201	Q	6.0	1		1		1		1	5.9961	0.01	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
301	W	6.0	1		1		1		1	5.6172	0.52	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
401	E	6.0	1		1		1		1	5.6145	0.53	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
501	R	0.4	1		1		1		1	0.3604	-0.95	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
601	T	6.0	1		1		1		1	5.3887	0.87	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
701	Y	6.0	1		1		1		1	5.3840	0.87	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
801	U	0.4	1		1		1		1	0.3429	-0.96	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
901	I	6.0	1		1		1		1	5.1264	1.29	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1001	O	6.0	1		1		1		1	5.0800	1.38	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1101	P	0.4	1		1		1		1	0.3334	0.73	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1201	A	6.0	1		1		1		1	4.8270	1.85	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1301	S	6.0	1		1		1		1	4.8268	1.85	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1401	D	0.4	1		1		1		1	0.3037	0.05	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1501	F	6.0	1		1		1		1	4.6227	2.27	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1601	G	6.0	1		1		1		1	4.5776	2.40	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1701	H	0.4	1		1		1		1	0.2887	-0.69	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1801	J	6.0	1		1		1		1	4.4475	2.65	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1901	K	6.0	1		1		1		1	4.4472	2.65	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2001	L	0.4	1		1		1		1	0.2765	0.48	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2101	Z	6.0	1		1		1		1	4.2772	3.04	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2201	X	6.0	1		1		1		1	4.2170	3.32	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2301	C	0.4	1		1		1		1	0.2588	-0.36	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2401	V	6.0	1		1		1		1	3.9788	3.75	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2501	B	6.0	1		1		1		1	3.9684	3.79	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2601	N	0.4	1		1		1		1	0.2446	0.79	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2701	M	6.0	1		1		1		1	3.8883	3.97	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2801	E	6.0	1		1		1		1	3.6615	4.57	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2901	R	0.4	1		1		1		1	0.2212	0.03	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3001	Q	6.0	1		1		1		1	3.6872	3.98	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3101	W	0.4	1		1		1		1	0.2370	1.19	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3201	T	6.0	1		1		1		1	3.4219	5.20	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3301	Y	6.0	1		1		1		1	3.4007	5.29	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3401	U	6.0	1		1		1		1	3.3940	5.35	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3501	I	0.4	1		1		1		1	0.2191	4.00	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3601	A	6.0	1		1		1		1	3.4124	5.23	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3701	S	6.0	1		1		1		1	3.4114	5.24	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3801	D	0.4	1		1		1		1	0.2066	1.57	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3901	F	6.0	1		1		1		1	3.3902	5.29	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4001	G	6.0	1		1		1		1	3.3861	5.31	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4101	H	0.4	1		1		1		1	0.2049	1.62	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4201	J	6.0	1		1		1		1	3.3474	5.40	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4301	K	6.0	1		1		1		1	3.3313	5.47	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4401	L	0.4	1		1		1		1	0.2149	4.09	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4501	Z	6.0	1		1		1		1	3.3287	5.46	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4601	X	6.0	1		1		1		1	3.3272	5.46	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4701	C	0.4	1		1		1		1	0.2010	1.71	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600

ნახ.4.6 110/10/6 კვ ქს „ქუთაისი 6“ ფ- „ქვიტირი“ sav

განვსაზღვროთ ამავე ფიდერის მაგისტრალურ უბნებზე სადენთა განივკვეთები მეორე სახის ამოცანის(სადენთა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის და აქტიური სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგების) მიხედვით .

$$T_{\text{მაქს}} = \frac{\exists_{\text{მობმ,წლ}}}{P_{\text{მაქს}}} = 7008\text{სთ}; \delta_{\text{კვ}} = 1,2\text{ა/მშ}^2.$$

$F_{\text{კვ}} = \frac{I_{\text{მაქს}}}{\delta_{\text{კვ}}}$ -ფორმულის მიხედვით გავიგებთ მაგისტრალის უბნების სადენთა განივკვეთს.

$$F_n = 6,69; F_{n+1} = 17,4; F_{n+2} = 24; F_{n+3} = 30,76; F_{n+4} = 41,46; F_{n+5} = 58,3; F_{n+6} = 61; F_{n+7} = 67,6; F_{n+8} = 84,6; F_{n+9} = 87; F_{n+10} = 104; F_{n+11} = 106,6; F_{n+12} = 117,3; F_{n+13} = 120;$$

$$F_{n+14} = 126,6.$$

ამრიგად, სათავე უბნის 1 კვანძამდე სადენი არ იცვლება. 1-44 კვანძთა შორის ინტერვალი უნდა შეივსოს 120 მშ სადენით. 44-58 ინტერვალი 95 მშ. 58-78 ინტერვალი 70 მშ. 78 კვანძიდან ბოლო მაგისტრალის უბნამდე არსებული სადენები რჩება.

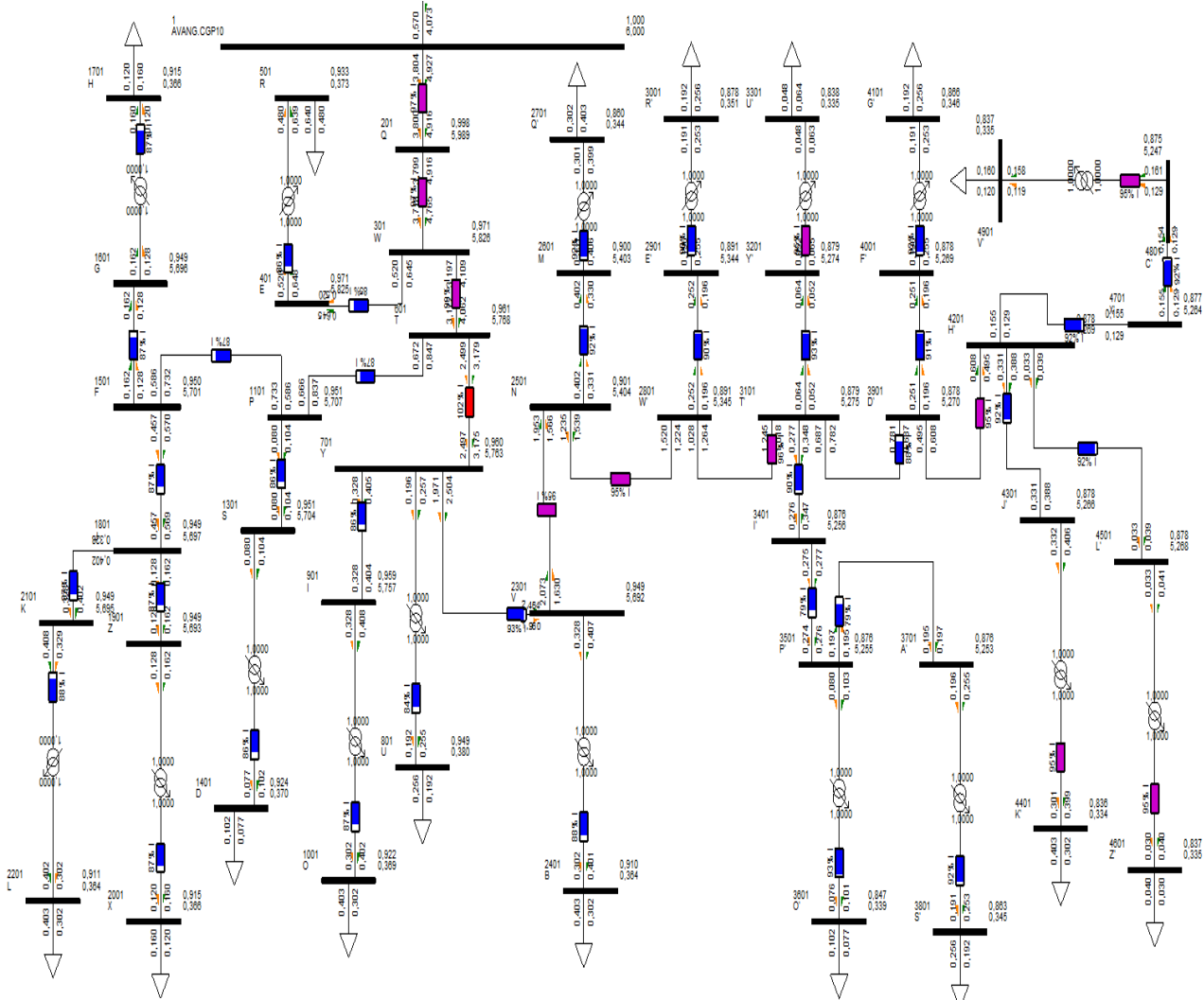
სადენტა შეცვლის შემდეგ მივიღეთ: $\Delta P_b = 0,29$; $\Delta P_{\text{ქს}} = 0,3525$; $\Delta \exists'''_{\text{ქს,წლ}} = 3087,9$

;

$$\Delta \exists''' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{\text{მომხ}+\Delta \exists}} = 10,4\% ; \eta''' \% = 100 - \Delta \exists \% = 89,6\% .$$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები პირველი სახის ამოცანის შედეგთან შედარებით შემცირდა 87,6 მგვტ/სთ-ით ; ენერჯის დანაკარგების დონე 0,27%-ით ; ფიდერის მ.ქ.კ. გაიზარდა 0,27%-ით, რაც თითქმის იდენტურია პირველი სახის ამოცანის მიღებულ შედეგთან. ამრიგად შეიძლება ითქვას, რომ ორივე სახის ოპერაცია ტოლფასია.

110/6 კვ ქს „ავანგარდი“ ფ -„ც.გ.პ.10“ __თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_b ; $\Delta P_{\text{ტ}}$; $\Delta P_{\text{ქს}}$; $\Delta \exists'_{\text{ქს,წლ}}$; $\Delta \exists' \%$; $\exists_{\text{მომხ,წლ}}$; $\eta' \%$. წინასწარ აღვნიშნოთ, რომ სიმულაციები წარმოდგენილი იქნება მგვტ-ებით ,ხოლო ენერჯია მგვტ/სთ-ით.



ნახ.7. 110/6 კვ ქს „ავანგარდი“ ფ -„ც.გ.პ.10“ sld

$$\Delta P_b = 0,332 ; \Delta P_{\text{ტ}} = 0,08 ; \Delta P_{\text{ქს}} = 0,412 ; \Delta \exists'_{\text{ქს,წლ}} = \Delta P_{\text{ქს}} \cdot 8760 = 3609,12 ; \exists_{\text{მომხ,წლ}} = 35970,6 ; \Delta \exists' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{\text{მომხ}+\Delta \exists}} = 9,12\% ; \eta' \% = 100 - \Delta \exists \% = 90,88\% .$$

განვსაზღვროთ მაგისტრალის უბნების სადენტა განიკვეთი.

$$F_n \geq 22,6; F_{n+1} = 44; F_{n+2} = 52; F_{n+3} = 64; F_{n+4} = 70; F_{n+5} = 79; F_{n+6} = 86; F_{n+7} = 98; \\ F_{n+8} = 110; F_{n+9} = 119,6; F_{n+10} = 119,6.$$

სათავე უბანზე 6 კვანძიდან 1 კვანძამდე არსებული სადენი იცვლება 120 მ² სადენით. 6-8 კვანძთა ინტერვალში ასევე 120 მ² სადენია საჭირო.

8 კვანძიდან 301-300ას.პ.-მდე არსებული განივკვეთის სადენები რჩება.

301-300ას.პ.-დან 8/19 ინტერვალში საჭიროა 95 მ². 8/19 დან 8/31 მდე უბნებზე საჭიროა 70 მ². 8/31-8/32 კვანძებს შორის არსებული სადენი არ იცვლება. 8/32-8/33 მონაკვეთში 50 მ² იცვლება 70 მ²-ით. ბოლო უბანზე არსებული სადენი რჩება.

თუ გაანგარიშებით მიღებული განივკვეთის სადენებს გამოვიყენებთ

ΔP_b ; $\Delta P_{\text{ქს}}$; $\Delta \exists_{\text{ქს,წლ}}$; $\Delta \exists \%$; $\eta \%$ - ამ სიდიდეების მნიშვნელობები შეიცვლება.

$$\Delta P_b = 0,15226 ; \Delta P_{\text{ქს}} = 0,23226 ; \Delta \exists''_{\text{ქს,წლ}} = \Delta P_{\text{ქს}} \cdot 8760 = 2034,6 ; \Delta \exists'' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{\text{გომბ}} + \Delta \exists} =$$

$$5,3\% ;$$

$$\eta'' \% = 100 - \Delta \exists \% = 94,7\% .$$

ამრიგად, ენერგიის წლიური დანაკარგები შემცირდა 1574,52მგვტ/სთ-ით. ენერგიის დანაკარგების დონე 3,82%-ით, ფიდერის მუშაობის მ.კ.კ. გაიზარდა 3,82%-ით.

განვსაზღვროთ ამავე ფიდერის მაგისტრალურ უბნებზე სადენთა განივკვეთები მეორე სახის ამოცანის(სადენთა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის და აქტიური სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგების) მიხედვით .

Bus Number	Bus Name	Base KV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (KV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	AVANGRDCGP10	6.0	1		1		1		3	6.0000	0.00	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
101	SAGENERATOR0	20.0	1		1		1		2	20.0000	5.98	22.0000	18.0000	22.0000	18.0000
201	Q	6.0	1		1		1		1	5.9890	0.03	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
301	W	6.0	1		1		1		1	5.8265	0.29	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
401	E	6.0	1		1		1		1	5.8254	0.29	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
501	R	0.4	1		1		1		1	0.3734	-1.54	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
601	T	6.0	1		1		1		1	5.7679	0.39	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
701	Y	6.0	1		1		1		1	5.7627	0.41	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
801	U	0.4	1		1		1		1	0.3796	-0.09	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
901	I	6.0	1		1		1		1	5.7566	0.44	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1001	O	0.4	1		1		1		1	0.3686	-1.44	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1101	P	6.0	1		1		1		1	5.7065	0.50	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1301	S	6.0	1		1		1		1	5.7037	0.50	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1401	D	0.4	1		1		1		1	0.3697	-0.18	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1501	F	6.0	1		1		1		1	5.7012	0.51	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1601	G	6.0	1		1		1		1	5.6963	0.51	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1701	H	0.4	1		1		1		1	0.3661	-0.91	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1801	J	6.0	1		1		1		1	5.6970	0.51	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1901	Z	6.0	1		1		1		1	5.6934	0.52	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2001	X	0.4	1		1		1		1	0.3659	-0.91	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2101	K	6.0	1		1		1		1	5.6948	0.53	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2201	L	0.4	1		1		1		1	0.3643	-1.40	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2301	V	6.0	1		1		1		1	5.6923	0.69	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2401	B	0.4	1		1		1		1	0.3642	-1.23	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2501	N	6.0	1		1		1		1	5.4042	1.22	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2601	M	6.0	1		1		1		1	5.4029	1.22	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2701	Q	0.4	1		1		1		1	0.3440	-0.91	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2801	W	6.0	1		1		1		1	5.3445	1.34	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2901	E	6.0	1		1		1		1	5.3437	1.34	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3001	R	0.4	1		1		1		1	0.3513	0.76	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3101	T	6.0	1		1		1		1	5.2748	1.48	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3201	Y	6.0	1		1		1		1	5.2740	1.48	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3301	U	0.4	1		1		1		1	0.3353	0.00	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3401	I	6.0	1		1		1		1	5.2555	1.52	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3501	P	6.0	1		1		1		1	5.2546	1.53	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3601	O	0.4	1		1		1		1	0.3388	0.73	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3701	A	6.0	1		1		1		1	5.2533	1.54	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
3801	S	0.4	1		1		1		1	0.3452	0.94	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3901	D	6.0	1		1		1		1	5.2703	1.50	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4001	F	6.0	1		1		1		1	5.2694	1.50	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4101	G	0.4	1		1		1		1	0.3463	0.91	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4201	H	6.0	1		1		1		1	5.2686	1.49	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4301	J	6.0	1		1		1		1	5.2658	1.50	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4401	K	0.4	1		1		1		1	0.3344	-0.75	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4501	L	6.0	1		1		1		1	5.2681	1.49	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4601	Z	0.4	1		1		1		1	0.3347	0.03	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4701	X	6.0	1		1		1		1	5.2642	1.50	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4801	C	6.0	1		1		1		1	5.2471	1.54	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
4901	V	0.4	1		1		1		1	0.3349	-0.14	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600

ნახ.4.8. 110/6 კვ ქს „ავანგარდი“ ფ -„ც.გ.პ.10“ sav

$$T_{\text{მაქს}} = \frac{\exists_{\text{მომბ,წლ}}}{P_{\text{მაქს}}} = 6406,6\text{სთ}; \delta_{\text{კვ}} = 1,2\text{ა/მშ}^2.$$

$F_{\text{კვ}} = \frac{I_{\text{მაქს}}}{\delta_{\text{კვ}}}$ -ფორმულის მიხედვით გავიგებთ მაგისტრალის უბნების სადენთა განივკვეთს.

$$F_n = 6,69; F_{n+1} = 25,3; F_{n+2} = 36; F_{n+3} = 53,6; F_{n+4} = 64,3; F_{n+5} = 81,1; F_{n+6} = 98; F_{n+7} = 125,5; F_{n+8} = 160,1(\text{კბ}); F_{n+9} = 186,8(\text{კბ}).$$

სათავე უბანზე 6 კვანძიდან 1 კვანძამდე არსებული სადენი იცვლება 185 მშ-ით. 6-8 კვანძთა ინტერვალში ასევე 150 მშ სადენია საჭირო. 8 კვანძიდან 301-300ას.პ.-მდე არსებული განივკვეთის სადენები რჩება. 301-300ას.პ.-დან 8/19 ინტერვალში საჭიროა 95 მშ. 8/19-8/24 ინტერვალში საჭიროა 95 მშ. 8/24 დან მაგისტრალის ბოლო უბანამდე სადენები არ იცვლება.

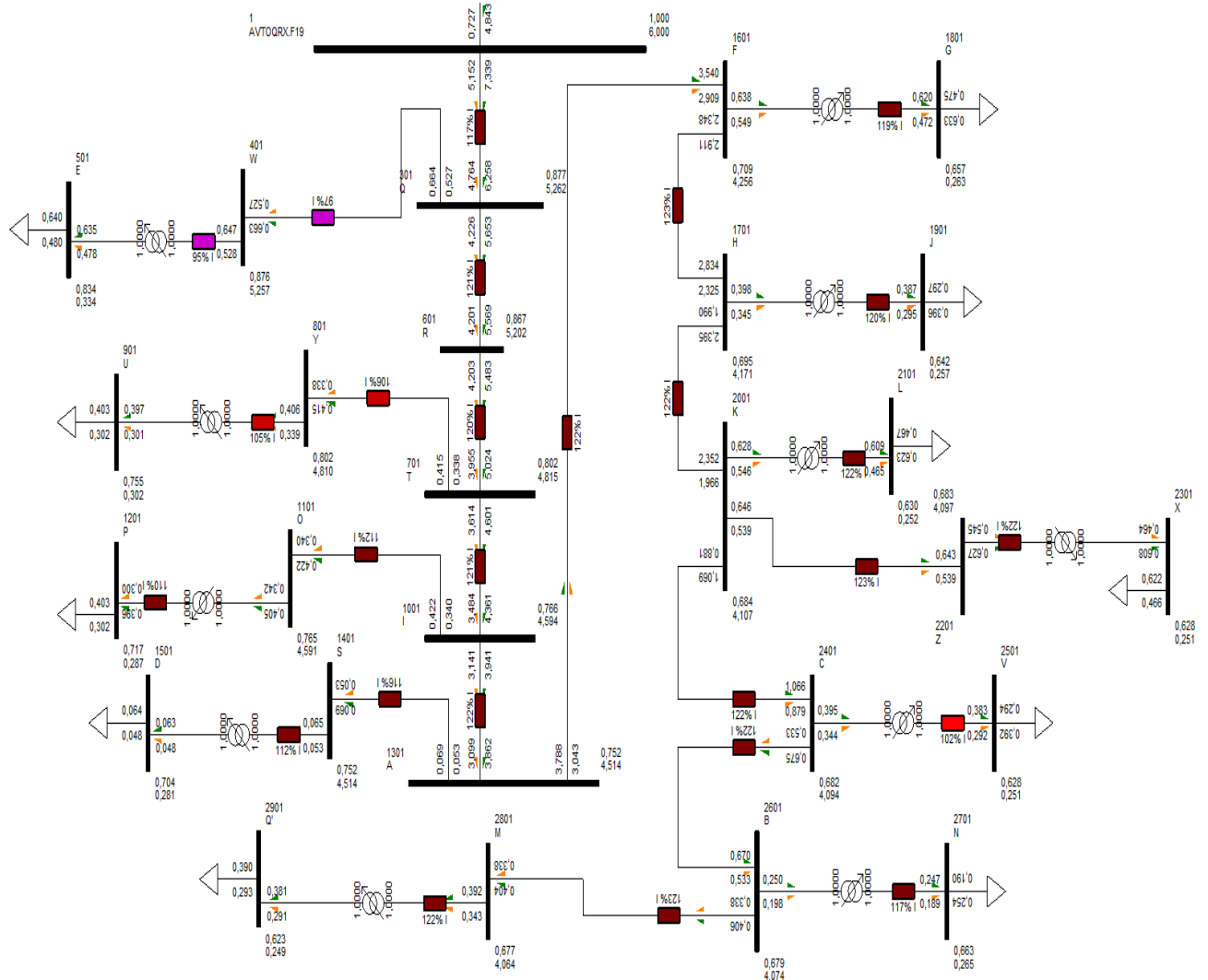
$$\text{სადენთა შეცვლის შემდეგ მივიღეთ: } \Delta P_b = 0,1; \Delta P_{\text{ქს}} = 0,18; \Delta \exists'''_{\text{ქს,წლ}} = 1576;$$

$$\Delta\exists''' \% = \frac{\Delta\exists \cdot 100}{\exists_{\text{მოხმ}} + \Delta\exists} = 4\% ; \eta''' \% = 100 - \Delta\exists \% = 96\% .$$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 2033,12 მგვტ/სთ-ით ; ენერჯის დანაკარგების დონე 5,12%-ით ; ფიდერის მ.კ.კ. გაიზარდა 5,12%-ით.

110/35/6 კვ ქს „ავტოქარხანა“ ფ-„19“ _თავდაპირველად გამოვთვალეთ შემდეგი სიდიდეები:

ΔP_b ; ΔP_{ρ} ; $\Delta P_{\text{ქს}}$; $\Delta\exists'_{\text{ქს,წლ}}$; $\Delta\exists' \%$; $\exists_{\text{მოხმ,წლ}}$; $\eta\%$. წინასწარ აღვნიშნეთ, რომ სიმძლავრეები წარმოდგენილი იქნება მგვტ-ებით ,ხოლო ენერჯია მგვტ/სთ-ით.



ნახ.4.9. 110/35/6 კვ ქს „ავტოქარხანა“ ფ-„19“ sld

$$\Delta P_b = 0,8 ; \Delta P_{\rho} = 0,1 ; \Delta P_{\text{ქს}} = 0,9 ; \Delta\exists'_{\text{ქს,წლ}} = \Delta P_{\text{ქს}} \cdot 8760 = 7884 ; \exists_{\text{მოხმ,წლ}} = 43561,7 ;$$

$$\Delta\exists' \% = \frac{\Delta\exists \cdot 100}{\exists_{\text{მოხმ}} + \Delta\exists} = 15,3\% ; \eta \% = 100 - \Delta\exists \% = 84,7\% .$$

განვსაზღვროთ მაგისტრალის უბნების სადენთა განივკვეთი.

$$F_n \geq 30,3; F_{n+1} = 38,4; F_{n+2} = 45,3; F_{n+3} = 70; F_{n+4} = 76; F_{n+5} = 84,3; F_{n+6} = 90,4; \\ F_{n+7} = 99;$$

$$F_{n+8} = 105,3.$$

სათავე უბანზე სადენი შეცვლას არ საჭიროებს. იმავე შეიძლება ითქვას მომდევნო უბანზე. 21-10 კვანძებს შორის საჭიროა 95 მ² განივკვეთის სადენი. 21 დან 301-361 ს.პ.- მდე 70 მ². 301-361 ს.პ.-დან ბოლო უბანამდე არსებული სადენები უცვლელი რჩება.

თუ გაანგარიშებით მიღებული განივკვეთის სადენებს გამოვიყენებთ ΔP_b ; $\Delta P_{ქს}$; $\Delta \exists_{ქს,წლ}$; $\Delta \exists \%$; $\eta \%$ - ამ სიდიდეების მნიშვნელობები შეიცვლება.

$$\Delta P_b = 0,66; \Delta P_{ქს} = 0,76; \Delta \exists''_{ქს,წლ} = \Delta P_{ქს} \cdot 8760 = 6657,6; \Delta \exists'' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{მომ} + \Delta \exists} = 13\%;$$

$$\eta'' \% = 100 - \Delta \exists \% = 87\% .$$

მიღებულ სიდიდეთა მნიშვნელობები შევადაროთ მის პირვანდელ მნიშვნელობებს.

$$\Delta \exists'_{ქს,წლ} - \Delta \exists''_{ქს,წლ} = 7884 - 6657,6 = 1226,4; \Delta \exists' \% - \Delta \exists'' \% = 2,3\%; \eta' \% - \eta'' \% = -2,3\%.$$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 1226,4 მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 2,3%-ით, ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 2,3%-ით.

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	AVTOQARX.F19	6.0	1		1		1		3	6.0000	0.00	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
101	SAGENERATORO	20.0	1		1		1		2	20.0000	7.12	22.0000	18.0000	22.0000	18.0000
301	Q	6.0	1		1		1		1	5.2625	2.21	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
401	W	6.0	1		1		1		1	5.2572	2.23	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
501	E	0.4	1		1		1		1	0.3337	-0.03	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
601	R	6.0	1		1		1		1	5.2017	2.46	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
701	T	6.0	1		1		1		1	4.8146	3.20	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
801	Y	6.0	1		1		1		1	4.8087	3.21	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
901	U	0.4	1		1		1		1	0.3202	0.49	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1001	I	6.0	1		1		1		1	4.5936	3.67	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1101	O	6.0	1		1		1		1	4.5912	3.69	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1201	P	0.4	1		1		1		1	0.2866	0.70	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1301	A	6.0	1		1		1		1	4.5138	3.86	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1401	S	6.0	1		1		1		1	4.5138	3.86	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1501	D	0.4	1		1		1		1	0.2815	1.81	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1601	F	6.0	1		1		1		1	4.2560	4.49	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1701	H	6.0	1		1		1		1	4.1714	4.98	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
1801	G	0.4	1		1		1		1	0.2636	1.03	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1901	J	0.4	1		1		1		1	0.2567	1.40	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2001	K	6.0	1		1		1		1	4.1066	5.15	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2101	L	0.4	1		1		1		1	0.2521	1.48	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2201	Z	6.0	1		1		1		1	4.0965	5.21	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2301	X	0.4	1		1		1		1	0.2514	1.53	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2401	C	6.0	1		1		1		1	4.0944	5.18	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2501	V	0.4	1		1		1		1	0.2513	1.49	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2601	B	6.0	1		1		1		1	4.0736	5.34	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2701	N	0.4	1		1		1		1	0.2651	4.36	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2801	M	6.0	1		1		1		1	4.0639	5.41	6.6000	5.4000	6.6000	5.4000
2901	Q	0.4	1		1		1		1	0.2491	1.68	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600

ნახ.4.10. 110/35/6 კვ ქს „ავტოქარხანა“ ფ-„19“ sav

განვსაზღვროთ ამავე ფიდერის მაგისტრალურ უბნებზე სადენთა განივკვეთები მეორე სახის ამოცანის(სადენთა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის და აქტიური სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგების) მიხედვით .

$$T_{მაქს} = \frac{\exists_{ობმ,წლ}}{P_{მაქს}} = 7026სთ; \delta_{კვ} = 1,2ა/მშ.$$

$F_{კვ} = \frac{I_{მაქს}}{\delta_{კვ}}$ -ფორმულის მიხედვით გავიგებთ მაგისტრალის უბნების სადენთა განივკვეთს.

$$F_n = 17; F_{n+1} = 28; F_{n+2} = 48; F_{n+3} = 101; F_{n+4} = 118; F_{n+5} = 145; F_{n+6} = 147; F_{n+7} = 162(კბ); F_{n+8} = 179(კბ); F_{n+9} = 206(კბ).$$

ამრიგად, სათავე უბანზე არსებული სადენი იცვლება 185 მშ კაბელით მომდევნო უბანი უნდა შეიცვალოს ასევე 185 მშ კაბელით. ს.პ 301-361 დან 10 კვანამდე უნდა გაიკიდოს 150

მშ კაბელი. ამ სატრანსფორმატორო პუნქტიდან მაგისტრალის ბოლო უბანამდე სადენები არ იცვლება.

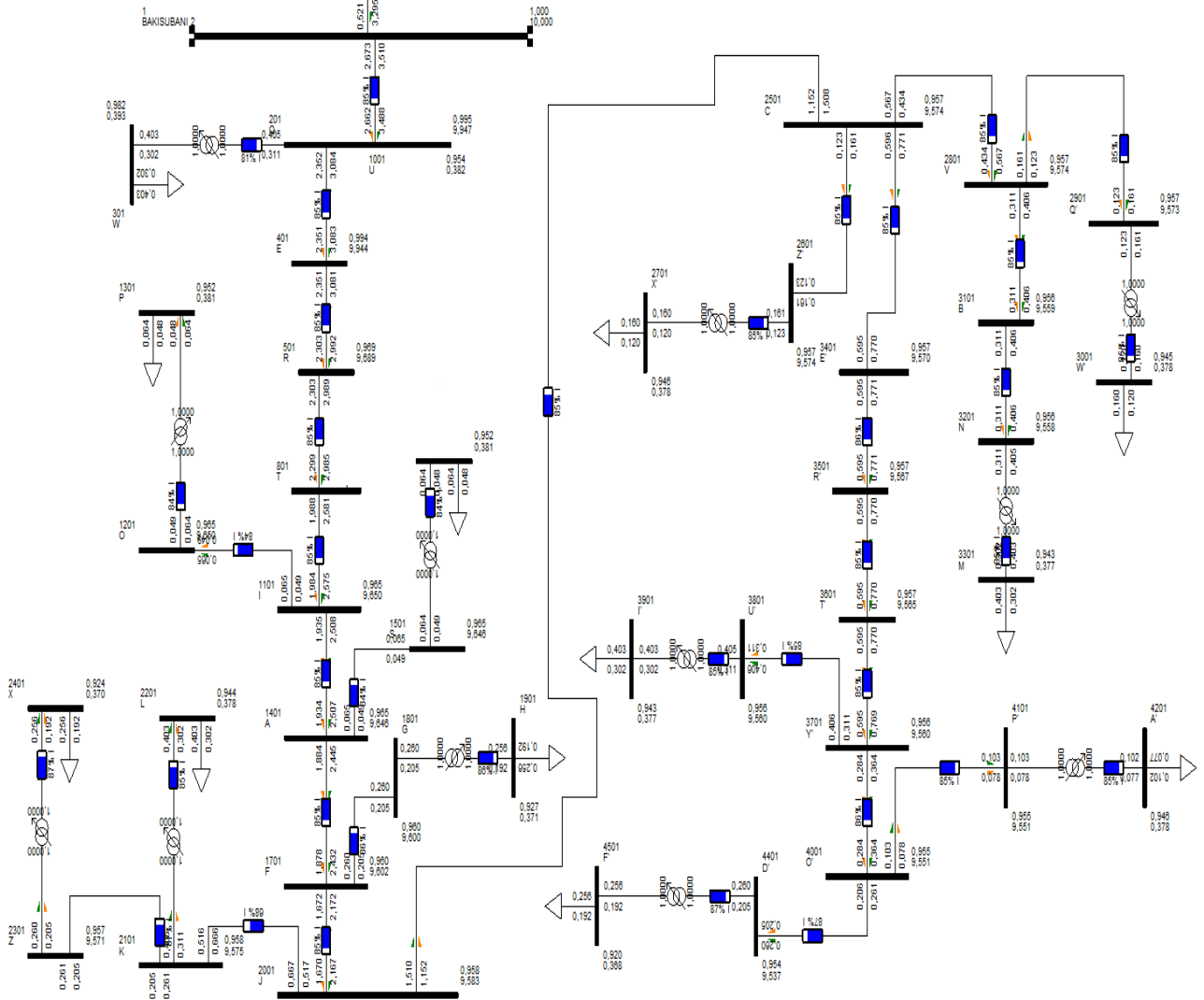
სადენთა შეცვლის შემდეგ მივიღეთ: $\Delta P_b = 0,1758$; $\Delta P_{\text{კს}} = 0,2758$; $\Delta \exists'''_{\text{კს,წლ}} = 2416$;

$$\Delta \exists''' \% = \frac{\Delta \exists'''}{\exists_{\text{მომხ}+\Delta \exists}} \cdot 100 = 5,25\% ; \eta''' \% = 100 - \Delta \exists \% = 94,75\% .$$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 5468 მგვტ/სთ-ით ; ენერჯის დანაკარგების დონე 10,05%-ით ; ფიდერის მ.კ.კ. გაიზარდა 10,05%-ით.

110/35/10 კვ კ/ს „ბაკისუბანი“ ფ- „ხაოიანი“-თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები:

ΔP_b ; $\Delta P_{\text{ტ}}$; $\Delta P_{\text{კს}}$; $\Delta \exists_{\text{კს,წლ}}$; $\Delta \exists \%$; $\exists_{\text{მომხ,წლ}}$; $\eta\%$. წინასწარ აღვნიშნოთ, რომ სიმძლავრეები წარმოდგენილი იქნება მგვტ-ებით ,ხოლო ენერჯია მგვტ/სთ-ით.



ნახ.11. 110/35/10 კვ კ/ს „ბაკისუბანი“ ფ- „ხაოიანი“-ს

$\Delta P_b = 0,545532$; $\Delta P_{\text{ტ}} = 0,1174$; $\Delta P_{\text{კს}} = 0,663$; $\Delta \exists'_{\text{კს,წლ}} = \Delta P_{\text{კს}} \cdot 8760 = 5807,3$;

$$\exists_{\text{მომხ,წლ}} = 57017,1 ; \Delta \exists' \% = \frac{\Delta \exists'}{\exists_{\text{მომხ}+\Delta \exists}} \cdot 100 = 9,244 ; \eta' \% = 100 - \Delta \exists \% = 90,756\% .$$

განვსაზღვროთ მაგისტრალის ბოლო უბნის სადენის განივკვეთი.

$$F_n \geq 10,11 ; F_{n+1} = 17 ; F_{n+2} = 28 ; F_{n+3} = 45 ; F_{n+4} = 55 ; F_{n+5} = 61 ; F_{n+6} = 67 ; F_{n+7} = 78 ;$$

$$F_{n+8} = 84 ; F_{n+9} = 94 ; F_{n+10} = 101 ; F_{n+11} = 117 ; F_{n+12} = 120 ; F_{n+13} = 131 .$$

მაგისტრალის სათავე უბანზე სადენი შესაცვლელი არ არის. 32 დან 301-319 ს.პ. მდე არსებული სამი უბნიდან ერთზე 50 მ² განივკვეთის სადენია, რომელიც იცვლება 120 მ² სადენით. 35-32 ინტერვალში 120 მ². 39-35 ინტერვალში სადენი იმავე რჩება. 48-39_95მ². 49-63 ინტერვალში 70მ². ხოლო 63 დან ბოლო უბნამდე სადენები იმავე რჩება.

თუ გაანგარიშებით მიღებული განივკვეთის სადენებს გამოვიყენებთ ΔP_b ; $\Delta P_{\text{ქს}}$; $\Delta \exists_{\text{ქს,წლ}}$; $\Delta \exists \%$; $\eta \%$ -ამ სიდიდეების მნიშვნელობები შეიცვლება.

$$\Delta P_b = 0,27 ; \Delta P_{\text{ქს}} = 0,3874 ; \Delta \exists''_{\text{ქს,წლ}} = \Delta P_{\text{ქს}} \cdot 8760 = 3394 ; \Delta \exists'' \% = \frac{\Delta \exists \cdot 100}{\exists_{\text{მომ} + \Delta \exists}} = 5,6\% ;$$

$$\eta'' \% = 100 - \Delta \exists \% = 94,4\% .$$

მიღებულ სიდიდეთა მნიშვნელობები შევადაროთ მის პირვანდელ მნიშვნელობებს.

$$\Delta \exists'_{\text{ქს,წლ}} - \Delta \exists''_{\text{ქს,წლ}} = 5807,3 - 3394 = 2413,3 ; \Delta \exists' \% - \Delta \exists'' \% = 3,644\% ; \eta' \% - \eta'' \% = -3,644\% .$$

ამრიგად, ენერგიის წლიური დანაკარგები შემცირდა 2413,3 მგვტ/სთ-ით. ენერგიის დანაკარგების დონე 3,644%-ით, ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 3,644%-ით.

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	BAKIS XACIAN	10.0	1		1		1		3	10.0000	0.00	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
101	SAGENERATORO	20.0	1		1		1		2	20.0000	7.01	22.0000	18.0000	22.0000	18.0000
201	Q	10.0	1		1		1		1	9.9473	0.07	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
301	W	0.4	1		1		1		1	0.3929	-0.55	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
401	E	10.0	1		1		1		1	9.9446	0.07	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
501	R	10.0	1		1		1		1	9.6913	0.32	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
801	T	10.0	1		1		1		1	9.6751	0.31	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
901	Y	10.0	1		1		1		1	9.6740	0.31	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
1001	U	0.4	1		1		1		1	0.3818	-0.34	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1101	I	10.0	1		1		1		1	9.6533	0.33	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
1201	O	10.0	1		1		1		1	9.6530	0.33	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
1301	P	0.4	1		1		1		1	0.3809	-0.10	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1401	A	10.0	1		1		1		1	9.6483	0.32	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
1501	S	10.0	1		1		1		1	9.6488	0.32	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
1601	D	0.4	1		1		1		1	0.3808	-0.11	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
1701	F	10.0	1		1		1		1	9.6065	0.36	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
1801	G	10.0	1		1		1		1	9.6037	0.37	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
1901	H	0.4	1		1		1		1	0.3709	-1.06	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2001	J	10.0	1		1		1		1	9.5870	0.38	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
2101	K	10.0	1		1		1		1	9.5795	0.41	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
2201	L	0.4	1		1		1		1	0.3780	-0.26	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2301	Z	10.0	1		1		1		1	9.5753	0.42	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
2401	X	0.4	1		1		1		1	0.3697	-1.01	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2501	C	10.0	1		1		1		1	9.5377	0.47	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
2601	Z'	10.0	1		1		1		1	9.5375	0.47	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
2701	X'	0.4	1		1		1		1	0.3767	-0.02	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
2801	V	10.0	1		1		1		1	9.5371	0.47	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
2901	Q'	10.0	1		1		1		1	9.5364	0.48	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
3001	W'	0.4	1		1		1		1	0.3767	-0.02	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3101	B	10.0	1		1		1		1	9.6224	0.50	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
3201	N	10.0	1		1		1		1	9.5219	0.50	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
3301	M	0.4	1		1		1		1	0.3766	-0.16	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
3401	E'	10.0	1		1		1		1	9.5340	0.48	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
3501	R'	10.0	1		1		1		1	9.5310	0.48	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
3601	T'	10.0	1		1		1		1	9.5288	0.49	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
3701	Y'	10.0	1		1		1		1	9.5237	0.49	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
3801	U'	10.0	1		1		1		1	9.5234	0.49	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
3901	I'	0.4	1		1		1		1	0.3757	-0.16	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4001	O'	10.0	1		1		1		1	9.5154	0.50	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
4101	P'	10.0	1		1		1		1	9.5154	0.50	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
4201	A'	0.4	1		1		1		1	0.3769	0.26	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600
4401	D'	10.0	1		1		1		1	9.5015	0.52	11.0000	9.0000	11.0000	9.0000
4501	F'	0.4	1		1		1		1	0.3667	-0.94	0.4400	0.3600	0.4400	0.3600

ნახ.4.11. 110/35/10 კვ ქ/ს „ბაკისუბანი“ ფ- „ხაოიანი“ sav

განვსაზღვროთ ამავე ფიდერის მაგისტრალურ უბნებზე სადენტა განივკვეთები მეორე სახის ამოცანის(სადენტა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის და აქტიური

სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგების) მიხედვით .

$$T_{\text{მკვს}} = \frac{\exists \text{ მოხმ.წლ}}{P_{\text{მკვს}}} = 7565 \text{ სთ}; \delta_{\text{კვ}} = 1,2 \text{ ა/მ}^2.$$

$$F_{\text{კვ}} = \frac{I_{\text{მკვს}}}{\delta_{\text{კვ}}} \text{ - ფორმულის მიხედვით გავიგებთ მაგისტრალის უბნების სადენტა}$$

განივკვეთს.

$$F_n = 46 ; F_{n+1} = 60; F_{n+2} = 76; F_{n+3} = 96; F_{n+4} = 109; F_{n+5} = 115; F_{n+6} = 121; F_{n+7} = 129,6;$$

$$F_{n+8} = 153(\text{კბ}) ; \quad F_{n+9} = 160(\text{კბ}); F_{n+10} = 164(\text{კბ}); F_{n+11} = 176(\text{კბ}); F_{n+12} = 178(\text{კბ}); F_{n+13} = 184(\text{კბ}).$$

ამ შემთხვევაში სათავე უბანზე არსებული სადენი არ იცვლება. 32 კვანძიდან 301-319 ს.კ. მდე საჭიროა 185 მ² კაბელი. 32-45 უბანზე 150 მ² კაბელი. 60-45 უბანზე 120 მ² კაბელი.

60-65 უბანზე 95 მ² კაბელი. 71-65 უბანზე 70 მ² სადენი. ბოლო უბანზე სადენი არ არის შესაცვლელი.

$$\text{სადენთა შეცვლის შემდეგ მივიღეთ: } \Delta P_b = 0,115 ; \Delta P_{\text{ქს}} = 0,2324 ; \Delta \exists'''_{\text{ქს,წლ}} = 2036 ; \Delta \exists''' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{\text{მოხმ}} + \Delta \exists} = 3,44\% ; \eta''' \% = 100 - \Delta \exists \% = 96,56\% .$$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 3771,3 მგვტ/სთ-ით ; ენერჯის დანაკარგების დონე 5,804%-ით ; ფიდერის მ.ქ.კ. გაიზარდა 5,804%-ით.

35/6 კვ ქს „წყალწითელა“ ფ - „გოდოგანი“ - თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: $\Delta P_b ; \Delta P_{\text{ტ}} ; \Delta P_{\text{ქს}} ; \Delta \exists_{\text{ქს,წლ}} ; \Delta \exists \% ; \exists_{\text{მოხმ,წლ}} ; \eta\%$. წინასწარ აღვნიშნოთ, რომ სიმძლავრეები წარმოდგენილი იქნება მგვტ-ებით , ხოლო ენერჯია მგვტ/სთ-ით.

$$\Delta P_b = 0,2 ; \Delta P_{\text{ტ}} = 0,038 ; \Delta P_{\text{ქს}} = 0,238 ; \Delta \exists'_{\text{ქს,წლ}} = \Delta P_{\text{ქს}} \cdot 8760 = 2084,88 ; \exists_{\text{მოხმ,წლ}} = 14367,86 ; \Delta \exists' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{\text{მოხმ}} + \Delta \exists} = \frac{2084,88 100}{14367,86 + 2084,88} = 13\% ; \eta' \% = 100 - \Delta \exists \% = 87\% .$$

შესაბამისი გამოსახულების მიხედვით განვსაზღვრავთ მაგისტრალის ბოლო უბნის სადენის განივკვეთს.

$$F_n \geq 20,12 ; F_{n+1} = 28,5 ; F_{n+2} = 41 ; F_{n+3} = 48 ; F_{n+4} = 52 ; F_{n+5} = 53 ; F_{n+6} = 62 ; F_{n+7} = 83 ; F_{n+8} = 90.$$

მაგისტრალი ბოლო უბნიდან 116-ე კვანძამდე არსებულ სადენთა განივკვეთები დამაკმაყოფილებელია და არ საჭიროებს შეცვლას. 116- დან 71-მდე უნდა გაიკიდოს 70 მ² განივკვეთის სადენი. 71-დან 69-მდე ასევე 70 მ² განივკვეთის სადენი. 69-33 კვანძთა ინტერვალში 70 მ². 33 კვანძიდან სათავე უბანამდე 90 მ².

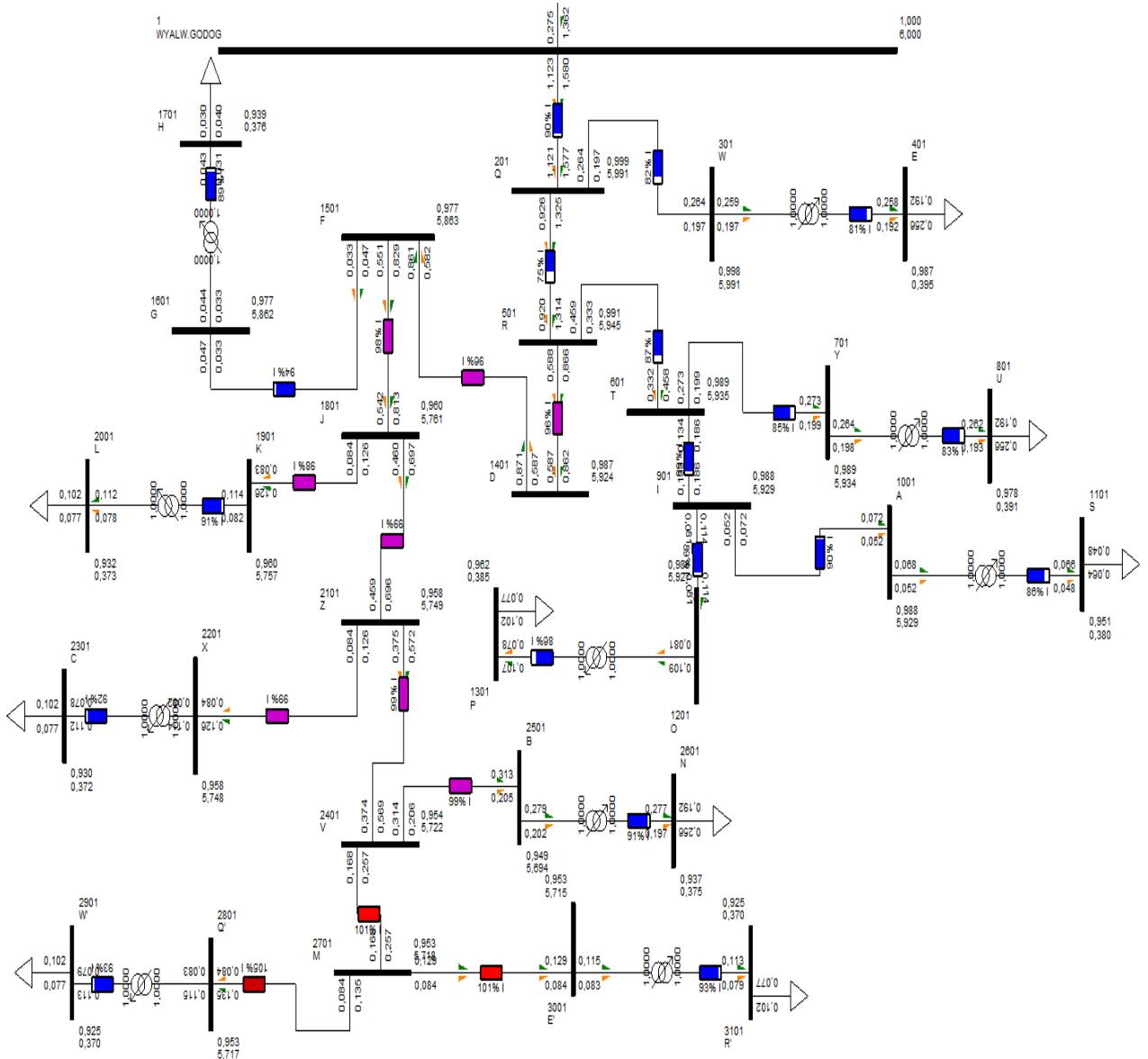
თუ გაანგარიშებით მიღებული განივკვეთის სადენებს გამოვიყენებთ $\Delta P_b ; \Delta P_{\text{ქს}} ; \Delta \exists_{\text{ქს,წლ}} ; \Delta \exists \% ; \eta\%$ - ამ სიდიდეების მნიშვნელობები შეიცვლება.

$$\Delta P_b = 0,13 ; \Delta P_{\text{ქს}} = 0,168 ; \Delta \exists''_{\text{ქს,წლ}} = \Delta P_{\text{ქს}} \cdot 8760 = 1471,68 ; \Delta \exists'' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{\text{მოხმ}} + \Delta \exists} = 9\% ; \eta'' \% = 100 - \Delta \exists \% = 91\% .$$

სადენთა შეცვლამდე და შეცვლის შემდეგ მიღებული სიდეგების შედარებით ვიღებთ

$$\Delta\varnothing'_{\text{კს,წლ}} - \Delta\varnothing''_{\text{კს,წლ}} = 2084,88 - 1471,68 = 613,2 ; \Delta\varnothing' \% - \Delta\varnothing'' \% = 13 - 9 = 4\% ;$$

$$\eta'\% - \eta''\% = 87 - 94 = -4\% .$$



ნახ.4.12.35/6 კვ კ/ს „წყალწითელა“ ფ -„გოდოგანი“ სld

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგი შემცირდა 613,2 მგვტ/სთ-ით, ენერჯის დანაკარგების დონე კი 4%-ით, ფიდერის მუშაობის მ.კ.კ. გაიზარდა 4%-ით ამოცანის(სადენთა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის და ფერადი ლითონის ხარჯის მინიმუმის) მთავარი მიზნის F⇒min პირობის შესრულებით.

განვსაზღვროთ ამავე ფიდერის მაგისტრალურ უბნებზე სადენტა განიკვეთები მეორე სახის ამოცანის(სადენტა განიკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის და აქტიური სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგების) მიხედვით .

$$T_{\text{მაქს}} = \frac{\exists_{\text{ობმ,წლ}}}{P_{\text{მაქს}}} = \frac{14367,86}{2,0504} \approx 7000\text{სთ} ; \delta_{\text{გვ}} = 1,2\text{ა/მძ}^2 ;$$

$F_{\text{გვ}} = \frac{I_{\text{მაქს}}}{\delta_{\text{გვ}}}$ -ფორმულის მიხედვით გავიგებთ მაგისტრალის უბნების სადენტა განიკვეთს.

$F_n = 15 ; F_{n+1} = 26 ; F_{n+2} = 58 ; F_{n+3} = 71 ; F_{n+4} = 84 ; F_{n+5} = 89 ; F_{n+6} = 120 ; F_{n+7} = 173(\text{კაბელი}); F_{n+8} = 200(\text{კაბ}).$

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	WY	8,0	1		1		1		3	8,0000	0,00	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
101	GODOGANI SAGENERATOR	20,0	1		1		1		2	20,0000	8,42	22,0000	18,0000	22,0000	18,0000
201	Q	8,0	1		1		1		1	5,9910	0,01	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
301	W	8,0	1		1		1		1	5,9908	0,01	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
401	E	0,4	1		1		1		1	0,3949	-0,48	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800
501	R	8,0	1		1		1		1	5,9461	0,08	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
601	T	8,0	1		1		1		1	5,9350	0,07	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
701	Y	8,0	1		1		1		1	5,9343	0,08	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
801	U	0,4	1		1		1		1	0,3911	-0,41	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800
901	I	8,0	1		1		1		1	5,9294	0,08	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
1001	A	8,0	1		1		1		1	5,9285	0,08	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
1101	S	0,4	1		1		1		1	0,3805	-1,18	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800
1201	O	8,0	1		1		1		1	5,9288	0,08	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
1301	P	0,4	1		1		1		1	0,3847	-0,59	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800
1401	D	8,0	1		1		1		1	5,9241	0,08	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
1501	F	8,0	1		1		1		1	5,8831	0,14	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
1601	G	8,0	1		1		1		1	5,8822	0,14	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
1701	H	0,4	1		1		1		1	0,3755	-1,14	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800
1801	J	8,0	1		1		1		1	5,7809	0,23	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
1901	K	8,0	1		1		1		1	5,7570	0,24	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
2001	L	0,4	1		1		1		1	0,3728	-0,53	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800
2101	Z	8,0	1		1		1		1	5,7488	0,24	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
2201	X	8,0	1		1		1		1	5,7481	0,25	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
2301	C	0,4	1		1		1		1	0,3721	-0,53	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800
2401	V	8,0	1		1		1		1	5,7218	0,27	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
2501	B	8,0	1		1		1		1	5,6942	0,29	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,3747	-0,28	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800
2701	M	8,0	1		1		1		1	5,7177	0,27	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
2801	Q'	8,0	1		1		1		1	5,7175	0,27	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
2901	W'	0,4	1		1		1		1	0,3700	-0,52	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800
3001	E'	8,0	1		1		1		1	5,7153	0,27	8,8000	5,4000	8,8000	5,4000
3101	R'	0,4	1		1		1		1	0,3698	-0,52	0,4400	0,3800	0,4400	0,3800

ნახ.4.13.35/6 კვ ქს „წყალწითელა“ ფ -„გოდოგანი“ sav

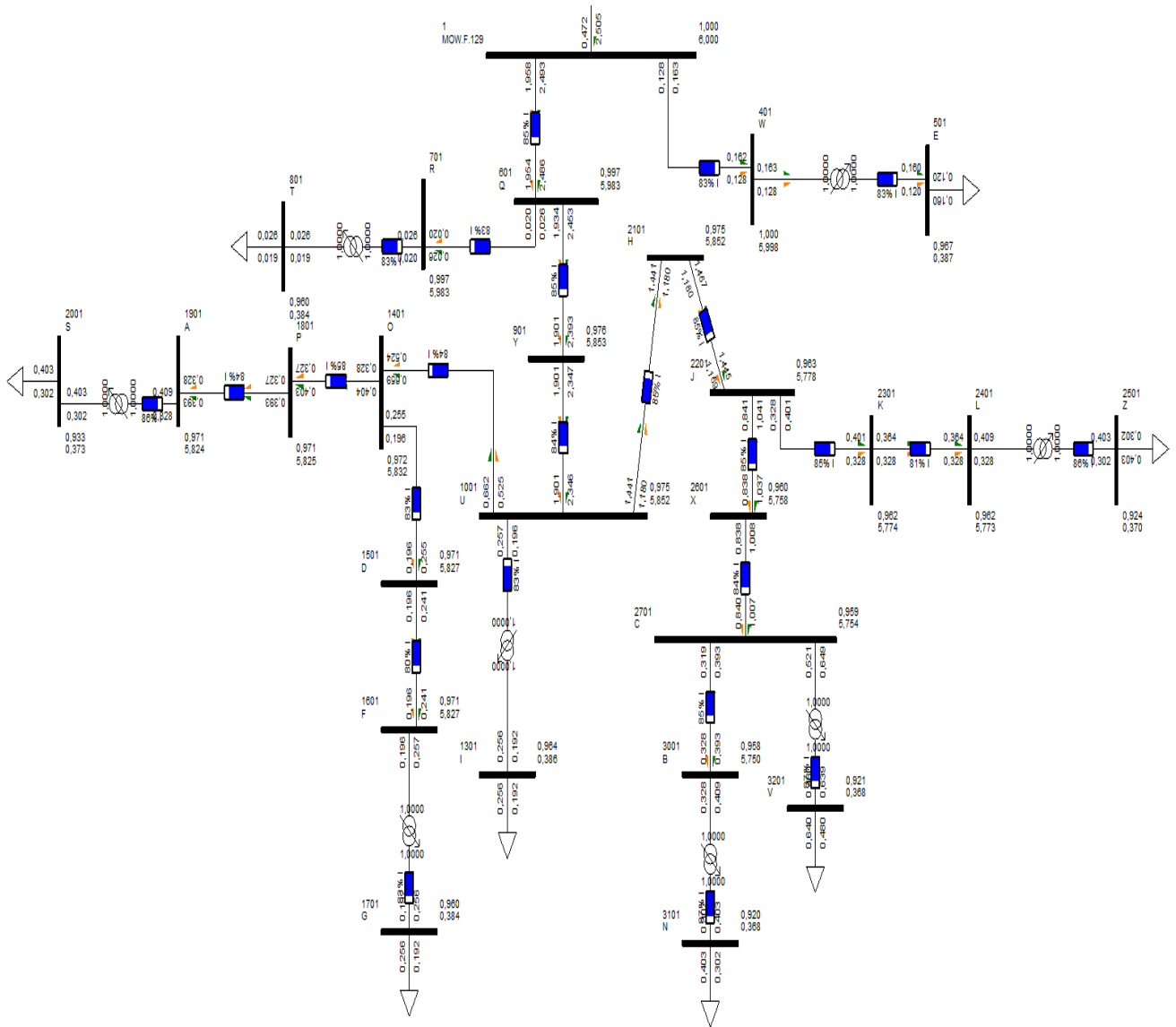
140-116 ინტერვალში საჭიროა 70 მშ. 116-69 ინტერვალში 95 მშ. 69-33 ინტერვალში 120 მშ საკაბელო ხაზი. 33-20 ინტერვალში 185 მშ საკაბელო ხაზი. სათავე უბანზე ასევე 185 მშ საკაბელო ხაზი.

მაგისტრალურ ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგის მინიმუმის პირობაა ქსელის უბნებზე დენის სიმკვრივის მუდმივობა $\delta_i = const$, რაც შვენ შემთხვევაში სრულდება და ტოლია 1,2-ის.

სადენთა შეცვლის შემდეგ მივიღეთ: $\Delta P_b = 0,08$; ; $\Delta P_{ქს} = 0,118$; $\Delta \exists'''_{ქს,წლ} = \Delta P_{ქს} \cdot 8760 = 1033,68$; $\Delta \exists''' \% = \frac{\Delta \exists''' 100}{\exists_{მოხმ} + \Delta \exists} = 6\%$; $\eta''' \% = 100 - \Delta \exists \% = 94\%$.

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 1051,2 მგვტ/სთ-ით ; ენერჯის დანაკარგების დონე 7%-ით ; ფიდერის მ.ქ.კ. გაიზარდა 7%-ით.

35/6 კვ ქს „მოწამეთა“ ფ- „129“_ თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_b ; $\Delta P_{ტ}$; $\Delta P_{ქს}$; $\Delta \exists_{ქს,წლ}$; $\Delta \exists$ %; $\exists_{მოხმ,წლ}$; η %. წინასწარ აღვნიშნოთ, რომ სიმძლავრეები წარმოდგენილი იქნება მგვტ-ებით ,ხოლო ენერჯია მგვტ/სთ-ით.



ნახ.4.13. 35/6 კვ ქს „მოწამეთა“ ფ- „129“ სld

$$\Delta P_b = 0,3 ; \Delta P_{\rho} = 0,0474312 ; \Delta P_{\rho s} = 0,35 ; \Delta \Xi'_{\text{ქს,წლ}} = \Delta P_{\rho s} \cdot 8760 = 3066 ; \Xi_{\text{მობმ,წლ}} = 18893,6 ; \Delta \Xi' \% = \frac{\Delta \Xi \cdot 100}{\Xi_{\text{მობმ} + \Delta \Xi}} = 14\% ; \eta' \% = 100 - \Delta \Xi \% = 86\% .$$

შესაბამისი გამოსახულების მიხედვით განვსაზღვრავთ მაგისტრალის ბოლო უბნის სადენის განივკვეთს.

$$F_n \geq 20 ; F_{n+1} = 51,35 ; F_{n+2} = 51,75 ; F_{n+3} = 72 ; F_{n+4} = 72 ; F_{n+5} = 116 ; F_{n+6} = 117,14 ;$$

$$F_{n+7} = 118,4 .$$

მაგისტრალის ბოლო უბნიდან 39 კვანძამდე სადენი არ უნდა შეიცვალოს. 39-22 მონაკვეთში საჭიროა 70 მმ². 22 კვანძიდან 3 კვანძამდე არსებული სადენები

დამაკმაყოფილებელია. 3 კვანძიდან სალტემდე საჭიროა 120 მშ განივკვეთის საკაბელო ხაზები.

თუ გაანგარიშებით მიღებული განივკვეთის სადენებს გამოვიყენებთ ΔP_b ; $\Delta P_{კს}$; $\Delta \varnothing_{კს,წლ}$; $\Delta \varnothing$ %; η % - ამ სიდიდეების მნიშვნელობები შეიცვლება.

$$\Delta P_b = 0,15 ; \Delta P_{კს} = 0,2 ; \Delta \varnothing''_{კს,წლ} = \Delta P_{კს} \cdot 8760 = 1752 ; \Delta \varnothing'' \% = \frac{\Delta \varnothing}{\varnothing_{მოხმ} + \Delta \varnothing} = 8\% ;$$

$$\eta'' \% = 100 - \Delta \varnothing \% = 92\% .$$

მიღებულ სიდიდეთა მნიშვნელობები შევადაროთ მის პირვანდელ მნიშვნელობებს.

$$\Delta \varnothing'_{კს,წლ} - \Delta \varnothing''_{კს,წლ} = 3066 - 1752 = 1314 ; \Delta \varnothing' \% - \Delta \varnothing'' \% = 14 - 8 = 6\% ; \eta' \% - \eta'' \% = 86 - 92 = -6\% .$$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები აღნიშნულ ფიდერზე შემცირდა 1314მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 6%-ით, ხოლო ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 6%-ით.

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	MOWAMET F129	6,0	1		1		1		3	6,0000	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
101	SAGENERAT ORO	20,0	1		1		1		2	20,0000	8,46	22,0000	18,0000	22,0000	18,0000
401	W	6,0	1		1		1		1	5,9883	0,00	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
501	E	0,4	1		1		1		1	0,3869	-1,28	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
601	Q	6,0	1		1		1		1	5,9834	0,03	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
701	R	6,0	1		1		1		1	5,9833	0,03	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
801	T	0,4	1		1		1		1	0,3840	-1,06	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
901	Y	6,0	1		1		1		1	5,8535	0,25	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1001	U	6,0	1		1		1		1	5,8521	0,25	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1301	I	0,4	1		1		1		1	0,3856	-0,23	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1401	O	6,0	1		1		1		1	5,8317	0,29	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1501	D	6,0	1		1		1		1	5,8273	0,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1601	F	6,0	1		1		1		1	5,8268	0,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1701	G	0,4	1		1		1		1	0,3839	-0,19	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1801	P	6,0	1		1		1		1	5,8247	0,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
1901	A	6,0	1		1		1		1	5,8245	0,30	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2001	S	0,4	1		1		1		1	0,3733	-1,54	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	H	6,0	1		1		1		1	5,8515	0,26	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2201	J	6,0	1		1		1		1	5,7784	0,39	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2301	K	6,0	1		1		1		1	5,7737	0,40	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2401	L	6,0	1		1		1		1	5,7731	0,40	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2501	Z	0,4	1		1		1		1	0,3698	-1,47	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2601	X	6,0	1		1		1		1	5,7578	0,43	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
2701	C	6,0	1		1		1		1	5,7541	0,44	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3001	B	6,0	1		1		1		1	5,7500	0,46	6,6000	5,4000	6,6000	5,4000
3101	N	0,4	1		1		1		1	0,3682	-1,43	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3201	V	0,4	1		1		1		1	0,3684	-1,44	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

ნახ.4.14. 35/6 კვ კ/ს „მოწამეთა“ ფ- „129“ sav

განვსაზღვროთ ამავე ფიდერის მაგისტრალურ უბნებზე სადენტა განივკვეთები მეორე სახის ამოცანის(სადენტა განივკვეთის შერჩევა ძაბვის დასაშვები დანაკარგის და აქტიური სიმძლავრის მინიმალური დანაკარგების) მიხედვით .

$$T_{\text{მაეს}} = \frac{\exists_{\text{მოხმ,წლ}}}{P_{\text{მაეს}}} = 5934 \text{ სთ}; \delta_{\text{გვ}} = 1,2 \text{ ა/მძ}^2 .$$

$F_{\text{გვ}} = \frac{I_{\text{მაეს}}}{\delta_{\text{გვ}}}$ -ფორმულის მიხედვით გავიგებთ მაგისტრალის უბნების სადენტა განივკვეთს.

$$F_n = 51 ; F_{n+1} = 130,6 ; F_{n+2} = 181,4(\text{კაბ}) ; F_{n+3} = 196; (\text{კაბ}) F_{n+4} = 199,4.(\text{კაბ}).$$

ამჯერად არ შეიცვლება ბოლო უბნის სადენტის განივკვეთი. 39/6 -39 მონაკვეთში 150 განივკვეთის სადენი, 39 დან ქვესადგურის სალტემდე 185 მძ.

მაგისტრალურ ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგის მინიმუმის პირობაა ქსელის უბნებზე დენის სიმკვრივის მუდმივობა $\delta_i = const$, რაც შვენ შემთხვევაში სრულდება და ტოლია 1,2-ის.

სადენტა შეცვლის შემდეგ მივიღეთ: $\Delta P_b = 0,0784 ; \Delta P_{\text{გვ}} = 0,126 ; \Delta \exists'''_{\text{გვ,წლ}} = 768 ;$
 $\Delta \exists''' \% = \frac{\Delta \exists 100}{\exists_{\text{მოხმ}+\Delta \exists}} = 3,9\% ; \eta''' \% = 100 - \Delta \exists \% = 96,1\% .$

ამრიგად, ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 2298 მგვტ/სთ-ით ; ენერჯის დანაკარგების დონე 10,1%-ით ; ფიდერის მ.ქ.კ. გაიზარდა 10,1%-ით.

4.3 მაკომპენსირებელი დანადგარების დამონტაჟებით დანაკარგების შემცირების ღონისძიებები

35/6 კვ ქს „წყალწითელა“ ფ -„გოდოგანი“-თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: $\Delta P_R ; R_{\text{გვ}} ; \tau$.

$\Delta P_R = 0,2 ; R_{\text{გვ}} = 1,1 ; \tau = 5958$. წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_j = 0,03 ; E_{\text{გ}} = 0,15 ; K_{0,j} = 20000 ; \Delta P_j \% = 0,3 ; T_0 = 7000 \text{ სთ/წელი} ; C=100 \text{ ლარი/მგვტსთ}$.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{(E_{\text{გ}} + \alpha_j) K_{0,j} + \Delta P_j \% \cdot T_0 \cdot C \cdot 10^{-2}}{2 \tau C} = \frac{(0,15 + 0,03) + 0,3 \cdot 7000 \cdot 100 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 5958 \cdot 100} = 0,0047$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 1,5378 - \frac{0,0047 \cdot 6,569}{0,2} = 1,4$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 1,4მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინააღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = \frac{P^2 + (Q - Q_j)^2 \cdot \Delta P_R}{S^2} = \frac{4,20414 + 0,019}{6,569} 0,2 = 0,1$$

როგორც ვხედავთ, სიმძლავრის დანაკარგი ელემენტთა აქტიურ წინაღობაში განახევრდება, თუ Q_j -ს სიდიდის მკომპენსირებელ დანადგარს გამოვიყენებთ და დიდი ალბათობით ეს დანადგარი კონდენსატორთა ბატარეაა და არა სინქრონული კომპენსატორი.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \exists_{\text{კს.წლ.}} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_j \cdot 7000 = 876 + 294 = 1170$$

$$\Delta \exists' \% = \frac{1170 \cdot 100}{15537,86} = 7,5\% ; \eta' \% = 92,5\%$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 915მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 5,5%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 5,5%-ით.

ამ მოწყობილობის დაყენება, რასაკვირველია გამოიწვევს ფულადი სახსრების გაღებას.

თუ გაანგარიშების გამარტივების მიზნით დავუშვებთ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, მაშინ ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, რაც შეიძლება ნაკლებად მოსალოდნელია, მაგრამ არა გამორიცხული. სწორედ ამ შემთხვევაში $3_j = (E_f + \alpha_j) \cdot K_j + \Delta \exists_j \cdot C$ ენერჯის დანაკარგების შემცირებით მიღებული ყოველწლიური სარგებელი საკმარისია 3_j ხარჯების გამოსასყიდად. როგორც უკვე აღვნიშნეთ ჩვენ აქ განვიხილეთ შემთხვევა, როცა დაყვანილი ხარჯები მაქსიმუმამდეა გაზრდილი და ამ შემთხვევაშიც კი გვაქვს ფულადი სარგებელი. მეორე და შემდეგ წლებში ეს მოგება გაიზარდება.

35/6 კვ ქ/ს „მოწამეთა“ ფ- „129“_ თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_R ; $R_{კვ}$; τ . წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_j = 0,03$; $E_f = 0,15$; $K_{0,j} = 20000$; $\Delta P_j \% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{(E_f + \alpha_j) K_{0,j} + \Delta P_j \% \cdot T_0 \cdot C \cdot 10^{-2}}{2 \tau C} = 0,0063$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 2,388 - \frac{0,0063 \cdot 15,84}{0,3} = 2,055$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 2,055მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინაღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = \frac{P^2 + (Q - Q_j)^2 \cdot \Delta P_R}{S^2} = 0,19$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,11 მგვტ-ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა Q_j -სთან. ასეთია 2,9 მგვარ სიმძლავრის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \Xi_{\text{ს.წლ.}} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_j \cdot 7000 = 609 + 1664 = 2273$$

$$\Delta \Xi' \% = \frac{2273 \cdot 100}{21166,6} = 10\% ; \eta' \% = 90\%$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 793მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 4%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 4%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, რაც შეიძლება ნაკლებად მოსალოდნელია, მაგრამ არა გამორიცხული.

ამ შემთხვევაში $Z_j = (E_f + \alpha_j) \cdot K_j + \Delta \Xi_j \cdot C$ ენერჯის დანაკარგების შემცირებით მიღებული ყოველწლიური სარგებელი საკმარისი არ არის Z_j ხარჯების გამოსასყიდად. გამოვთვალოთ როდის მივიღებთ სარგებელს აღნიშნული ღონისძიებით. აღმოჩნდა, რომ მეოთხე წელს მივიღეთ სარგებელი.

110/35/10 კვ ქს „ბაკისუბანი“ ფ- „ხაოიანი“-თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_R ; $R_{\text{კვ}}$; τ . წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_j = 0,03$; $E_f = 0,15$; $K_{0,j} = 20000$; $\Delta P_j \% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი; $C=100$ ლარი/მგვტსთ.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{(0,15 + 0,03)20000 + 0,3 \cdot 7000 \cdot 100 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 6791 \cdot 100} = 0,0042$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 5,652 - \frac{0,0042 \cdot 88,7364}{0,6} = 5,03$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 5,03 მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინაღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = \frac{P^2 + (Q - Q_j)^2 \cdot \Delta P_R}{S^2} = 0,38$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,22 მგვტ-ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა Q_j -სთან. ასეთია 5,8 მგვარ სიმძლავრის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \exists_{\text{ქს.წლ.}} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_j \cdot 7000 = 3328,8 + 1218 = 4546,8$$

$$\Delta \exists' \% = \frac{4546,8 \cdot 100}{61564} = 7\% ; \eta' \% = 93\%.$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 1260,5 მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 2,244%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 2,244%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, რაც შეიძლება ნაკლებად მოსალოდნელია, მაგრამ არა გამორიცხული.

$$\text{ამ შემთხვევაში } Z_j = (E_\delta + \alpha_j) \cdot K_j + \Delta \exists_j \cdot C$$

ენერჯის დანაკარგების შემცირებით მიღებული ყოველწლიური სარგებელი საკმარისი არ არის Z_j ხარჯების გამოსასყიდად. ამ ფიდერზე გამოიკვეთა, რომ $\Delta P_R = 0,6$ მნიშვნელოვნად დიდია რაც განპირობებულია სადენტო განიკვეთების მკვეთრი შეუსაბამობით მათ დატვირთვებთან. ამას ამჟღავნებს ისიც, რომ ამ ფიდერის ნომინალური ძაბვა 10 კვ-ია.

საბოლოოდ მივიღეთ, რომ მაგისტრალის უბნებზე არსებული სადენების პირობებში საკომპენსაციო დანადგარი შედეგს ვერ მოგვცემს, ჩვენ მიერ წაყენებული მოთხოვნების პირობებში. სადენტო შეცვლის შემდეგ უნდა გაანგარიშდეს ყველა მონაცემი ანალოგიურად.

ვნახოთ რა შედეგს მივიღებთ კონდენსატორების დადგმით იმ შემთხვევაში, როცა სადენები მაგისტრალის უბნებზე შეცვლილია $V \Rightarrow \min$ პირობით.

ამ მოცემულობის დროს:

$$\Delta P_R = 0,3; R_{\text{კვ}} = 0,34; \tau = 6791. \text{ წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ } \alpha_j = 0,03; E_\delta = 0,15; K_{0,j} = 20000; \Delta P_j \% = 0,3; T_0 = 7000 \text{ სთ/წელი; } C = 100 \text{ ლარი/მგვტსთ.}$$

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = 0,0042$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 5,652 - \frac{0,0042 \cdot 88,7364}{0,3} = 4,4$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 4,4 მგვარ. თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინაღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = \frac{P^2 + (Q - Q_j)^2 \cdot \Delta P_R}{S^2} = 0,19$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,11 მგვტ-ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა Q_j -სთან. ასეთია 4,4 მგვარ სიმძლავრის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \exists_{\text{ს.წლ.}} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_j \cdot 7000 = 1664,4 + 924 = 2588,4$$

$$\Delta \exists' \% = \frac{2588,4 \cdot 100}{59605,5} = 4,3\% ; \eta' \% = 95,7\%$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 3218,9 მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 4,944%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 4,944%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შესაბამეა დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, რაც შეიძლება ნაკლებად მოსალოდნელია, მაგრამ არა გამორიცხული.

$$\text{ამ შემთხვევაში } Z_j = (E_\delta + \alpha_j) \cdot K_j + \Delta \exists_j \cdot C$$

ენერჯის დანაკარგების შემცირებით მიღებული ყოველწლიური სარგებელი საკმარისი არის Z_j ხარჯების გამოსასყიდად. სარგებელს აღნიშნული პირველ წელსვე მივიღებთ.

საბოლოოდ ვასკვნით, რომ თუ $E_\delta = 1$ რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაცია ეფექტურია მხოლოდ მაშინ, როცა ამ ფიდერის მაგისტრალურ უბნებზე იქნება იმ განივკვეთის სადენები, რაც ამავე ფიდერის $V \Rightarrow \min$ პირობით გაანგარიშების დროს მივიღეთ. $\Delta P \Rightarrow \min$ მოთხოვნის შემთხვევაში მიღებულ სადენტა განივკვეთებისას მაგისტრალზე, რასაკვირველია, კომპენსაცია უფრო ეფექტური იქნება.

110/35/6 კვ ქ/ს „ავტოქარხანა“ ფ-„19“ _თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_R ; $R_{\text{კვ}}$; τ .

$\Delta P_R = 0,85$; $R_{\text{კვ}} = 0,5$; $\tau = 5985$. წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_j = 0,03$; $E_\delta = 0,15$; $K_{0,j} = 20000$; $\Delta P_j \% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{(E_{\delta} + \alpha_j)K_{0,j} + \Delta P_j \% \cdot T_0 \cdot C \cdot 10^{-2}}{2 \tau C} = 0,0047$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 4,62 - \frac{0,0047 \cdot 59,29}{0,85} = 4,3$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 4,3მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინააღმდეგობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = \frac{37,9456 + 0,1024 \cdot 0,85}{59,29} = 0,5$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,35 მგვტ-ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა Q_j -სთან. აღმოჩნდა, რომ ამ სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი არის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ქს.წლ.}} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_j \cdot 7000 = 4380 + 903 = 5283$$

$$\Delta \mathcal{E}' \% = \frac{5283 \cdot 100}{48844,7} = 10\% ; \eta' \% = 90\%.$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 2601მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 5,3%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 5,3%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, რაც შეიძლება ნაკლებად მოსალოდნელია, მაგრამ არა გამორიცხული.

ამ შემთხვევაში $Z_j = (E_{\delta} + \alpha_j) \cdot K_j + \Delta \mathcal{E}_j \cdot C$ ენერჯის დანაკარგების შემცირებით მიღებული ყოველწლიური სარგებელს მივიღებთ მაკომპენსირებელი დანადგარის დადგმიდან პირველ წელსვე.

110/6 კვ ქს „ავანგარდი“ ფ -„ც.გ.პ.10“ —თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_R ; $R_{\text{გვ}}$; τ .

$\Delta P_R = 0,4$; $R_{\text{გვ}} = 0,3$; $\tau = 5122$. წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_j = 0,03$; $E_{\delta} = 0,15$; $K_{0,j} = 20000$; $\Delta P_j \% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{5700}{2 \cdot 5122 \cdot 100} = 0,0055$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 4,1898 - \frac{0,0055 \cdot 48,76}{0,4} = 3,52$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 3,52მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინაღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = 0,26$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,14 მგვტ-ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა Q_j -სთან. აღმოჩნდა, რომ ამ სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი არის 4,3მგვარ-ის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \exists_{\text{ქს.წლ.}} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_j \cdot 7000 = 2277 + 903 = 3180$$

$$\Delta \exists' \% = \frac{3180 \cdot 100}{39150,6} = 8\% ; \eta' \% = 92\%.$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 429,12მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 1,12%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 1,12%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, რაც შეიძლება ნაკლებად მოსალოდნელია, მაგრამ არა გამორიცხული, რომ არსებული სადენების პირობებში რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციას დადებითი შედეგი არ ექნება, რადგან

$\Delta P_R = 0,4$ საკმაოდ მაღალია იმ პირობებში, როცა $\tau = 5122$ სთ-ს. ამიტომ განვიხილოთ რა შედეგი ექნება მაკომპენსირებელი დანადგარის დადგმას, მაშინ როცა ამავე ფიდერის მაგისტრალის უბნებზე სადენები შეცვლილია $V \Rightarrow \min$ პირობით.

$\Delta P_R = 0,2$; $R_{\text{კვ}} = 0,15$; $\tau = 5122$. წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_j = 0,03$; $E_\delta = 0,15$; $K_{0,j} = 20000$; $\Delta P_j \% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი. ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{5700}{2 \cdot 5122 \cdot 100} = 0,0055$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 4,1898 - \frac{0,0055 \cdot 48,76}{0,2} = 2,8489$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 2,8489მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინაღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = 0,2$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,2 მგვტ-ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა Q_j -სთან. აღმოჩნდა, რომ ამ სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი არის 2,9მგვარ-ის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \exists_{\text{ქს.წლ.}} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_j \cdot 7000 = 1752 + 609 = 2361$$

$$\Delta \exists' \% = \frac{2361 \cdot 100}{39150,6} = 6\% ; \eta' \% = 94\%.$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 1248,12მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 3,12%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 3,12%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, რაც შეიძლება ნაკლებად მოსალოდნელია. ამრიგად, აღნიშნულ ფიდერზე, თუ დავუშვებთ, რომ $E_f = 1$ რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაცია დადებითი შედეგის მომცემია მაგისტრალის უბნების სადენთა განივკვეთის $V \Rightarrow \min$ პირობით შერჩევისას.

110/10/6 კვ ქს „ქუთაისი 6“ ფ- „ქვიტირი“ __თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_R ; $R_{კვ}$; τ . $\Delta P_R = 0,7$; $R_{კვ} = 1,12$; $\tau = 5959$. წინასწარი მონაცემებით

ცნობილია, რომ $\alpha_j = 0,03$; $E_f = 0,15$; $K_{0,j} = 20000$; $\Delta P_j \% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{5700}{1191800} = 0,005$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 2,844 - \frac{0,005 \cdot 22,467}{0,7} = 2,68$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 2,68მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინაღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = 0,3$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,4 მგვტ-ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა Q_j -სთან. აღმოჩნდა, რომ ამ სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი არის 2,9მგვარ-ის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \text{ჯს.წლ.} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_j \cdot 7000 = 2628 + 609 = 3237$$

$$\Delta \text{ჯ}' \% = \frac{3237 \cdot 100}{29811,24} = 10\% ; \eta' \% = 90\%.$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერგიის წლიური დანაკარგები შემცირდა 3267,3მგვტ/სთ-ით. ენერგიის დანაკარგების დონე 9%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 9%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, ამიტომ პირველ წელსვე მივიღებთ მნიშვნელოვან დადებით შედეგს.

110/35/6 კვ ქს „ქუთაისი 4“ ფ-„წყალსადენი“ __თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_R ; $R_{\text{კვ}}$; τ .

$\Delta P_R = 0,5$; $R_{\text{კვ}} = 0,45$; $\tau = 5959$. წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_j = 0,03$; $E_{\text{ტ}} = 0,15$; $K_{0,j} = 20000$; $\Delta P_j \% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{5700}{1191800} = 0,005$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 3,786 - \frac{0,005 \cdot 39,8}{0,5} = 3,388$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 3,388მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინაღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = 0,3$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,2 მგვტ-ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა

$Q_{\text{კ}}_{\text{სთან}}$. აღმოჩნდა, რომ ამ სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი არის 4,3მგვარ_ის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \Xi_{\text{კს.წლ.}} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_{\text{კ}} \cdot 7000 = 2628 + 903 = 3531$$

$$\Delta \Xi' \% = \frac{3531 \cdot 100}{38907,4} = 9\% ; \eta' \% = 91\%.$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერგიის წლიური დანაკარგები შემცირდა 875,28მგვტ/სთ_ით. ენერგიის დანაკარგების დონე 2%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 2%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, ამჟამად არსებული სადენების და $E_{\text{ფ}} = 1$ პირობებში ამ ფიდერის მაგისტრალის უბნებზე მაკომპენსირებელი დანადგარის დადგმა არაა მიზანშეწონილი, ამიტომ იმავე გამოთვლები განვახორციელოთ იმ პირობებში როცა ამ ფიდერის მაგისტრალის გასწვრივ სადენები შეცვლილია $V \Rightarrow \min$ პირობით.

$\Delta P_R = 0,27$; $R_{\text{კკ}} = 0,24$; $\tau = 5959$. წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_{\text{კ}} = 0,03$; $E_{\text{ფ}} = 0,15$; $K_{0,\text{კ}} = 20000$; $\Delta P_{\text{კ}} \% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{5700}{1191800} = 0,005$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ $Q_{\text{კ}}$.

$$Q_{\text{კ}} = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 3,786 - \frac{0,005 \cdot 39,8}{0,27} = 3,05$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 3,05მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინაღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = 0,17$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,33 მგვტ_ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა $Q_{\text{კ}}_{\text{სთან}}$. აღმოჩნდა, რომ ამ სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი არის 4,3მგვარ_ის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \Xi_{\text{კს.წლ.}} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_{\text{კ}} \cdot 7000 = 1489,2 + 903 = 2392,2$$

$$\Delta \Xi' \% = \frac{2392,2 \cdot 100}{37768,6} = 6\% ; \eta' \% = 94\%.$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერგიის წლიური დანაკარგები შემცირდა

2014,08მგვტ/სთ_ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 5%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 5%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, რაც შეიძლება ნაკლებად მოსალოდნელია, მაგრამ არა გამორიცხული.

110/35/6 კვ ქ/ს „ქუთაისი 4“ ფ-„58“ __თავდაპირველად გამოვთვალოთ შემდეგი სიდიდეები: ΔP_R ; $R_{გვ}$; τ .

$\Delta P_R = 0,2$; $R_{გვ} = 0,18$; $\tau = 5959$. წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_3 = 0,03$; $E_6 = 0,15$; $K_{0,3} = 20000$; $\Delta P_3\% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{5700}{1191800} = 0,005$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_3 .

$$Q_3 = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 3,81 - \frac{0,005 \cdot 40,32}{0,2} = 2,8$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 2,8მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინააღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = 0,1$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,1 მგვტ_ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა Q_3 -სთან. აღმოჩნდა, რომ ამ სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი არის 2,9მგვარ_ის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \text{ჯსწლ.} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_3 \cdot 7000 = 876 + 609 = 1485$$

$$\Delta \text{ჯ}' \% = \frac{1485 \cdot 100}{45986} = 3\% ; \eta' \% = 97\%.$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 575,4მგვტ/სთ_ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 1,425%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 1,425%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შეესაბამება დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, აქ კარგად ჩანს, რომ ყოველწლიური საექსპლუატაციო ხარჯები აჭარბებს დანაკარგების შემცირებით მიღებულ სარგებელს როგორც ვხედავთ, ეს ღონისძიება არაეფექტურია,

შესაბამისად ვნახოთ რა შედეგს მივიღებთ მაშინ, როცა ამავე მოქმედებას განვახორციელებთ მაშინ, როცა ამ ფიდერის მაგისტრალის უბნებზე სადენები შეცვლილი იქნება $\Delta P \Rightarrow \min$ პირობით, რადგან, როგორც ზემოთ დავრწმუნდით $V \Rightarrow \min$ პირობით დანაკარგები თითქმის არ იცვლება.

$\Delta P_R = 0,1$; $R_{\text{გვ}} = 0,09$; $\tau = 5959$. წინასწარი მონაცემებით ცნობილია, რომ $\alpha_j = 0,03$; $E_\delta = 0,15$; $K_{0,j} = 20000$; $\Delta P_j\% = 0,3$; $T_0 = 7000$ სთ/წელი.

ამრიგად, ამოცანის პირობით და საწყისი ცნობებით გამოვთვალოთ a .

$$a = \frac{5700}{1191800} = 0,005$$

ამის შემდეგ გამოვთვალოთ Q_j .

$$Q_j = Q - \frac{a \cdot S^2}{\Delta P_R} = 3,81 - \frac{0,005 \cdot 40,32}{0,1} = 1,794$$

მივიღეთ, რომ მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრეა 1,794 მგვარ.

თუ აღნიშნული სიმძლავრის მ.დ.-ს გამოვიყენებთ სიმძლავრის დანაკარგი ფიდერის ელემენტთა R წინაღობაში შემცირდება შემდეგნაირად:

$$\Delta P'_R = 0,07$$

ამრიგად, სიმძლავრის დანაკარგი შემცირდა 0,13 მგვტ-ით. შევარჩიოთ ისეთი სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი, რომლის სიმძლავრე ყველაზე ახლოსაა Q_j -სთან. აღმოჩნდა, რომ ამ სიმძლავრის სტანდარტული კონდენსატორი არის 2,9 მგვარ-ის.

კონდენსატორთა ბატარეის დადგმის შემდეგ მივიღეთ:

$$\Delta \text{ჯ.წლ.} = \Delta P'_R \cdot 8760 + \Delta P_j \cdot 7000 = 613,2 + 376,74 = 989,94$$

$$\Delta \text{ჯ}' \% = \frac{989,94 \cdot 100}{45490,74} = 2, \% ; \eta' \% = 98\%.$$

თუ ამ ბოლო სიდიდეების მნიშვნელობებს შევადარებთ ამავე პარამეტრთა საწყის მონაცემებს მივიღებთ, რომ ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა

1070,46 მგვტ/სთ-ით. ენერჯის დანაკარგების დონე 2,425%-ით. ფიდერის მუშაობის მ.ქ.კ. გაიზარდა 2,425%-ით.

აქაც დავუშვათ, რომ კაპიტალური დაფინანსება გამოიყოფა ერთდროულად, ანუ მისი გამოსყიდვის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი 1-ის ტოლია და ყოველი მომდევნო წლისათვის საექსპლუატაციო ხარჯები მუდმივია, ეს შემთხვევა შესაბამისა დაყვანილი ხარჯების გაზრდის შემთხვევას უმაღლეს ნიშნულამდე, რაც შეიძლება ნაკლებად მოსალოდნელია, მაგრამ არა გამორიცხული.

ამ შემთხვევაში $3_j = (E_\delta + \alpha_j) \cdot K_j + \Delta \text{ჯ}_j \cdot C$ ამჯერად ენერჯის წლიური დანაკარგების შემცირებით მიღებული სარგებელი აღემატება 3_j -ს მნიშვნელობას.

4.4 სიმძლავრის და ენერჯის დანაკარგების შემცირების ღონისძიება ძაბვის დონის გაზრდით

ბოლოს განვიხილოთ სიმძლავრის და ენერჯის დანაკარგების შემცირება ძაბვის დონის გადიდებით ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელის ერთ-ერთი ფიდერის „გოდოგანი“ მაგალითზე. ზოგადად, ელექტროგადაცემის ხაზის ნომინალური ძაბვა დამოკიდებულია ამ ხაზით გადაცემულ სიმძლავრეზე, მის სიგრძეზე, მასში ენერჯის დანაკარგებზე და სხვა მრავალ ფაქტორზე.

ჩავატაროთ ტექნიკურ-ეკონომიკური ანგარიში და ვნახოთ რას მივიღებთ.

ხაზების მშენებლობის კაპიტალური ხარჯები $\sum_1^n K_i l_i$, ტრანსფორმატორთა კაპიტალური ხარჯები $\sum_1^n K_i n_i$. ძალოვანი ტრანსფორმატორის 35/10 კვ ის ღირებულებაა. ქვესადგურის უჯრედის ღირებულება, რომელიც განისაზღვრება მაღალი ძაბვის ამომრთველების რაოდენობის მიხედვით. ამ ფიდერის ჯამური დანაკარგი იყო 0,238მგვტ. ნომინალური ძაბვის ამაღლების შემდეგ კი 0,06 მგვტ. ენერჯის წლიური დანაკარგები ფიდერზე იყო 2084,88 მგვტ/სთ. ძაბვის ამაღლების შემდეგ კი $\Delta \exists'_{\text{კს.ელ.}} = 0,06 \cdot 8760 = 525$ მგვტ/სთ. ამრიგად ენერჯის წლიური დანაკარგები შემცირდა 1560მგვტ/სთ-ით.

ამრიგად ტექნიკურ-ეკონომიკური ანგარიში გვიჩვენებს, რომ განხორციელებული ღონისძიება ეფექტურია.

ამ ფიდერის მაგალითზე დაყრდნობით PSSSE პროგრამაში ავაგეთ ეს ფიდერი 10 კვ ძაბვაზე და ქსელის კვანძებში მივიღეთ ძაბვების ახალი მნიშვნელობები. ეს წარმოდგენილია შემდეგ ნახაზზე 14.-ზე.

შემდეგში წარმოგიდგენთ ზემოთ გაანგარიშებული ფიდერების შესაბამის ცხრილებს 10 კვ-ის შემთხვევაში, რაც საშუალებას მოგვცემს გავაკეთოდ გარკვეული დასკვნები.

გარკვეულობისათვის უნდა აღვნიშნოთ, რომ ტექნიკურ-ეკონომიკური ანგარიშის ჩატარება მხოლოდ ერთი ფიდერისათვის განპირობებულია იმით, რომ ფიდერი გოდოგანი ხასიათდება გრძელი საჰაერო ხაზებით რომელთა ჯამური სიგრძე 15კმ-მდეა. ტრანსფორმატორთა ჯამური სიმძლავრეც არ არის მცირე სიდიდის, ამიტომ ის დადებითი შედეგი, რომელიც ტექნიკურ-ეკონომიკურმა გაანგარიშებამ მოგვცა შეიძლება განვაზოგადოთ და ასევე დადებითი შედეგის მომცემად შეიძლება ჩავთვალოთ დანარჩენი ფიდერების შემთხვევაში.

დასასრულს ვთქვათ, რომ ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელში შემავალ ქვესადგურთა 6-10 კვ სალტედან გამომავალი ფიდერების ნაწილში ძაბვის მაჩვენებლები კვანძებში და შესაბამისად, ენერჯის დანაკარგები ნორმალურ ფარგლებშია, რომლებიც აქ წარმოდგენილი არ არის.

Bus Number	Bus Name	Base KV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (KV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	WYALWITELA	10,0	1		1		1		3	10,000	0,00	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
101	SAGENERATOR	110,0	1		1		1		2	110,0000	0,21	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
201	Q	10,0	1		1		1		1	9,9989	0,00	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
301	W	10,0	1		1		1		1	9,9988	0,00	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
401	E	0,4	1		1		1		1	0,3989	-0,10	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
501	R	10,0	1		1		1		1	9,9933	0,00	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
601	T	10,0	1		1		1		1	9,9908	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
701	Y	10,0	1		1		1		1	9,9920	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
801	U	10,0	1		1		1		1	9,9913	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
901	S	10,0	1		1		1		1	9,9909	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1001	D	0,4	1		1		1		1	0,3993	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1101	I	10,0	1		1		1		1	9,9912	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1201	O	0,4	1		1		1		1	0,3986	-0,10	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1301	P	10,0	1		1		1		1	9,9912	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1401	A	0,4	1		1		1		1	0,3992	-0,03	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1501	F	10,0	1		1		1		1	9,9840	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1601	G	10,0	1		1		1		1	9,9839	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1701	H	0,4	1		1		1		1	0,3989	-0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1801	J	10,0	1		1		1		1	9,9723	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1901	K	10,0	1		1		1		1	9,9719	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2001	L	0,4	1		1		1		1	0,3986	0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	Z	10,0	1		1		1		1	9,9710	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2201	X	10,0	1		1		1		1	9,9709	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2301	C	0,4	1		1		1		1	0,3985	0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2401	V	10,0	1		1		1		1	9,9679	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2501	B	10,0	1		1		1		1	9,9648	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,3976	-0,08	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2701	M	10,0	1		1		1		1	9,9675	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2801	Q'	10,0	1		1		1		1	9,9672	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2901	W'	0,4	1		1		1		1	0,3984	0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3001	E'	10,0	1		1		1		1	9,9674	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3101	R'	0,4	1		1		1		1	0,3984	0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

ნახ.4.15. 35/6 კვ ქს „წყალწითელა“ ფ - „გოდოგანი“ sav

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	AVTOQARXANA	10,0	1		1		1		3	10,000	0,00	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
101	SAGENERATOR	110,0	1		1		1		2	110,0000	0,24	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
201	Q	10,0	1		1		1		1	9,9714	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
301	W	10,0	1		1		1		1	9,9712	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
401	E	0,4	1		1		1		1	0,3984	-0,03	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
501	R	10,0	1		1		1		1	9,9691	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
601	T	10,0	1		1		1		1	9,9556	0,03	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
701	Y	10,0	1		1		1		1	9,9554	0,03	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
801	U	0,4	1		1		1		1	0,3978	-0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
901	I	10,0	1		1		1		1	9,9428	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1001	O	10,0	1		1		1		1	9,9423	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1101	P	0,4	1		1		1		1	0,3973	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1201	A	10,0	1		1		1		1	9,9400	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1301	S	10,0	1		1		1		1	9,9400	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1401	D	0,4	1		1		1		1	0,3972	0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1501	F	10,0	1		1		1		1	9,9333	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1601	G	0,4	1		1		1		1	0,3969	-0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1701	H	10,0	1		1		1		1	9,9300	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1801	J	0,4	1		1		1		1	0,3968	-0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1901	K	10,0	1		1		1		1	9,9274	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2001	L	0,4	1		1		1		1	0,3967	-0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	Z	10,0	1		1		1		1	9,9270	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2201	X	0,4	1		1		1		1	0,3967	-0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2301	C	10,0	1		1		1		1	9,9269	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2401	V	0,4	1		1		1		1	0,3966	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2501	B	10,0	1		1		1		1	9,9261	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,3960	-0,06	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2701	M	10,0	1		1		1		1	9,9258	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2801	Q	0,4	1		1		1		1	0,3966	-0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

ნახ.4.16. 110/35/6 კვ ქ/ს „ავტოქარხანა“ ფ-„19“ სავ

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QUTASI6	10,0	1		1		1		3	10,000	0,00	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
101	SAGENERATOR	110,0	1		1		1		2	110,0000	0,21	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
201	Q	10,0	1		1		1		1	9,9998	0,00	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
301	W	10,0	1		1		1		1	9,9860	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
401	T	10,0	1		1		1		1	9,9777	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
501	I	10,0	1		1		1		1	9,9683	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
601	A	10,0	1		1		1		1	9,9575	0,03	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
701	F	10,0	1		1		1		1	9,9502	0,03	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
801	J	10,0	1		1		1		1	9,9439	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
901	Z	10,0	1		1		1		1	9,9378	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1001	V	10,0	1		1		1		1	9,9342	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1101	E	10,0	1		1		1		1	9,9859	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1201	R	0,4	1		1		1		1	0,3991	-0,03	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1301	Y	10,0	1		1		1		1	9,9776	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1401	U	0,4	1		1		1		1	0,3987	-0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1501	O	10,0	1		1		1		1	9,9663	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1601	P	0,4	1		1		1		1	0,3976	-0,08	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1701	S	10,0	1		1		1		1	9,9575	0,03	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1801	D	0,4	1		1		1		1	0,3979	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1901	G	10,0	1		1		1		1	9,9484	0,03	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2001	H	0,4	1		1		1		1	0,3975	-0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2101	K	10,0	1		1		1		1	9,9439	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2201	L	0,4	1		1		1		1	0,3973	0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2301	X	10,0	1		1		1		1	9,9362	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2401	C	0,4	1		1		1		1	0,3970	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2501	B	10,0	1		1		1		1	9,9339	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,3970	0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2701	M	10,0	1		1		1		1	9,9281	0,04	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2801	E	10,0	1		1		1		1	9,9209	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2901	R	0,4	1		1		1		1	0,3964	-0,00	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3001	Q	10,0	1		1		1		1	9,9279	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3101	W	0,4	1		1		1		1	0,3955	-0,09	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3201	T	10,0	1		1		1		1	9,9134	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3301	O	10,0	1		1		1		1	9,9131	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3401	S	10,0	1		1		1		1	9,9125	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3501	G	10,0	1		1		1		1	9,9111	0,06	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3601	K	10,0	1		1		1		1	9,9106	0,06	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3701	Y	10,0	1		1		1		1	9,9128	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3801	U	10,0	1		1		1		1	9,9120	0,06	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3901	I	0,4	1		1		1		1	0,3955	-0,05	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4001	P	10,0	1		1		1		1	9,9131	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4101	A	0,4	1		1		1		1	0,3962	0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4201	D	10,0	1		1		1		1	9,9123	0,05	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4301	F	0,4	1		1		1		1	0,3961	0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4401	H	10,0	1		1		1		1	9,9106	0,06	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4501	J	0,4	1		1		1		1	0,3954	-0,05	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4601	L	10,0	1		1		1		1	9,9105	0,06	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4701	Z	0,4	1		1		1		1	0,3960	0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

ნახ.4.17. 110/10/6 კვ ქს „ქუთაისი 6“ ფ- „ქვიტორი“ sav

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	AVANGARDI	10,0	1		1		1		3	10,000	0,00	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
101	SAGENERATOR	110,0	1		1		1		2	110,0000	0,20	121,0000	99,0000	121,0000	99,0000
201	Q	10,0	1		1		1		1	9,9994	0,00	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
301	W	10,0	1		1		1		1	9,9921	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
401	E	10,0	1		1		1		1	9,9920	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
501	R	0,4	1		1		1		1	0,3993	-0,04	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
601	T	10,0	1		1		1		1	9,9994	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
701	J	10,0	1		1		1		1	9,9992	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
801	K	0,4	1		1		1		1	0,3996	-0,10	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
901	L	10,0	1		1		1		1	9,9989	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1001	Z	0,4	1		1		1		1	0,3992	-0,04	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1101	Y	10,0	1		1		1		1	9,9986	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1201	U	10,0	1		1		1		1	9,9984	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1301	I	0,4	1		1		1		1	0,3992	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1401	O	10,0	1		1		1		1	9,9983	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1501	P	10,0	1		1		1		1	9,9981	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1601	A	0,4	1		1		1		1	0,3991	-0,03	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1701	S	10,0	1		1		1		1	9,9981	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1801	D	10,0	1		1		1		1	9,9980	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
1901	F	0,4	1		1		1		1	0,3990	-0,04	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2001	G	10,0	1		1		1		1	9,9980	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2101	H	0,4	1		1		1		1	0,3991	-0,03	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2201	X	10,0	1		1		1		1	9,9957	0,01	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2301	C	0,4	1		1		1		1	0,3990	-0,04	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2401	V	10,0	1		1		1		1	9,9729	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2501	B	10,0	1		1		1		1	9,9728	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,3985	-0,03	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2701	M	10,0	1		1		1		1	9,9702	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2801	Q	10,0	1		1		1		1	9,9702	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
2901	W	0,4	1		1		1		1	0,3978	-0,08	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3001	E	10,0	1		1		1		1	9,9671	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3101	R	10,0	1		1		1		1	9,9671	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3201	T	0,4	1		1		1		1	0,3983	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3301	Y	10,0	1		1		1		1	9,9662	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3401	U	10,0	1		1		1		1	9,9662	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3501	I	0,4	1		1		1		1	0,3984	0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3601	O	10,0	1		1		1		1	9,9661	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3701	P	0,4	1		1		1		1	0,3976	-0,08	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3801	A	10,0	1		1		1		1	9,9669	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
3901	S	10,0	1		1		1		1	9,9668	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4001	D	0,4	1		1		1		1	0,3977	-0,08	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4101	F	10,0	1		1		1		1	9,9667	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4201	G	10,0	1		1		1		1	9,9665	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4301	H	0,4	1		1		1		1	0,3983	-0,03	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4401	J	10,0	1		1		1		1	9,9666	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4501	K	0,4	1		1		1		1	0,3983	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
4601	L	10,0	1		1		1		1	9,9665	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4801	Z	10,0	1		1		1		1	9,9657	0,02	11,0000	9,0000	11,0000	9,0000
4901	X	0,4	1		1		1		1	0,3983	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

ნახ.4.18. 110/6 კვ ქს „ავანგარდი“ ფ „ც.გ.პ.10“ sav

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QUTASI 4	10,0	1		1		1		3	10,000	0,00	11,000	9,000	11,000	9,000
101	SAGENERATOR	110,0	1		1		1		2	110,000	0,22	121,000	99,000	121,000	99,000
801	I	10,0	1		1		1		1	9,9406	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
901	U	10,0	1		1		1		1	9,9976	0,00	11,000	9,000	11,000	9,000
1001	O	10,0	1		1		1		1	9,9402	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
1101	P	10,0	1		1		1		1	9,9402	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
1201	A	0,4	1		1		1		1	0,3966	-0,11	0,440	0,360	0,440	0,360
1301	S	10,0	1		1		1		1	9,9405	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
1401	D	10,0	1		1		1		1	9,9405	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
1501	F	0,4	1		1		1		1	0,3972	-0,05	0,440	0,360	0,440	0,360
1601	G	10,0	1		1		1		1	9,9324	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
1701	H	10,0	1		1		1		1	9,9322	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
1801	J	0,4	1		1		1		1	0,3963	-0,12	0,440	0,360	0,440	0,360
1901	K	10,0	1		1		1		1	9,9210	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
2001	L	10,0	1		1		1		1	9,9208	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
2101	Z	0,4	1		1		1		1	0,3960	-0,10	0,440	0,360	0,440	0,360
2201	X	10,0	1		1		1		1	9,9208	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
2301	C	10,0	1		1		1		1	9,9206	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
2401	V	10,0	1		1		1		1	9,9204	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
2501	B	0,4	1		1		1		1	0,3958	-0,12	0,440	0,360	0,440	0,360
2601	N	10,0	1		1		1		1	9,9205	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
2701	M	10,0	1		1		1		1	9,9194	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
2801	Q	10,0	1		1		1		1	9,9142	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
2901	W	10,0	1		1		1		1	9,9140	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
3001	E	0,4	1		1		1		1	0,3962	-0,06	0,440	0,360	0,440	0,360
3101	R	10,0	1		1		1		1	9,9127	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
3201	T	0,4	1		1		1		1	0,3955	-0,12	0,440	0,360	0,440	0,360
3301	Y	10,0	1		1		1		1	9,9119	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
3401	U	0,4	1		1		1		1	0,3961	-0,05	0,440	0,360	0,440	0,360
3501	I	10,0	1		1		1		1	9,9128	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
3601	O	0,4	1		1		1		1	0,3955	-0,12	0,440	0,360	0,440	0,360
3701	P	10,0	1		1		1		1	9,9068	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
3801	S	0,4	1		1		1		1	0,3959	-0,06	0,440	0,360	0,440	0,360
3901	A	0,4	1		1		1		1	0,3959	-0,06	0,440	0,360	0,440	0,360
4001	D	10,0	1		1		1		1	9,9066	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
4101	F	0,4	1		1		1		1	0,3952	-0,11	0,440	0,360	0,440	0,360
4201	G	10,0	1		1		1		1	9,9068	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
4301	H	10,0	1		1		1		1	9,9063	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
4401	J	0,4	1		1		1		1	0,3952	-0,11	0,440	0,360	0,440	0,360
4501	K	10,0	1		1		1		1	9,9060	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
4601	L	0,4	1		1		1		1	0,3952	-0,11	0,440	0,360	0,440	0,360
4701	Z	10,0	1		1		1		1	9,9067	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
4801	X	10,0	1		1		1		1	9,9051	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
4901	C	0,4	1		1		1		1	0,3952	-0,11	0,440	0,360	0,440	0,360

ნახ.19. 110/35/6 კვ ქს „კუთასი 4“ ფ-„წყალსადენი“ სავ

Bus Number	Bus Name	Base kV	Area Num	Area Name	Zone Num	Zone Name	Owner Num	Owner Name	Code	Voltage (kV)	Angle (deg)	Normal Vmax (pu)	Normal Vmin (pu)	Emergency Vmax (pu)	Emergency Vmin (pu)
1	QUTASI 4	10,0	1		1		1		3	10,000	0,00	11,000	9,000	11,000	9,000
101	SAGENERATOR	110,0	1		1		1		2	110,000	0,24	121,000	99,000	121,000	99,000
201	Q	10,0	1		1		1		1	9,9910	0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
301	W	10,0	1		1		1		1	9,9721	0,00	11,000	9,000	11,000	9,000
401	E	10,0	1		1		1		1	9,9515	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
501	R	10,0	1		1		1		1	9,6199	-0,02	11,000	9,000	11,000	9,000
601	T	10,0	1		1		1		1	9,6079	-0,01	11,000	9,000	11,000	9,000
701	Y	0,4	1		1		1		1	0,3839	-0,06	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
801	U	10,0	1		1		1		1	9,5910	0,02	11,000	9,000	11,000	9,000
901	I	0,4	1		1		1		1	0,3832	-0,03	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1001	O	10,0	1		1		1		1	9,5811	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
1101	P	0,4	1		1		1		1	0,3828	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1201	A	10,0	1		1		1		1	9,5783	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
1301	S	0,4	1		1		1		1	0,3821	-0,07	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1401	D	10,0	1		1		1		1	9,5779	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
1501	F	0,4	1		1		1		1	0,3821	-0,07	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1601	H	0,4	1		1		1		1	0,3827	-0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
1701	G	10,0	1		1		1		1	9,5783	0,03	11,000	9,000	11,000	9,000
1801	J	10,0	1		1		1		1	9,5758	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
1901	K	10,0	1		1		1		1	9,5726	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
2001	L	10,0	1		1		1		1	9,5714	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
2101	Z	0,4	1		1		1		1	0,3824	-0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2201	X	10,0	1		1		1		1	9,5675	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
2301	C	0,4	1		1		1		1	0,3816	-0,07	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2401	V	10,0	1		1		1		1	9,5686	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
2501	B	10,0	1		1		1		1	9,5657	0,04	11,000	9,000	11,000	9,000
2601	N	0,4	1		1		1		1	0,3822	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
2701	M	10,0	1		1		1		1	9,5614	0,05	11,000	9,000	11,000	9,000
2801	Q'	0,4	1		1		1		1	0,3820	-0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3001	W	10,0	1		1		1		1	9,5152	0,08	11,000	9,000	11,000	9,000
3101	E'	10,0	1		1		1		1	9,5118	0,06	11,000	9,000	11,000	9,000
3201	R'	0,4	1		1		1		1	0,3801	0,01	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3301	T'	10,0	1		1		1		1	9,5089	0,06	11,000	9,000	11,000	9,000
3401	Y'	10,0	1		1		1		1	9,5067	0,07	11,000	9,000	11,000	9,000
3501	U'	0,4	1		1		1		1	0,3800	0,05	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600
3601	I'	10,0	1		1		1		1	9,5034	0,07	11,000	9,000	11,000	9,000
3701	O'	0,4	1		1		1		1	0,3797	0,02	0,4400	0,3600	0,4400	0,3600

ნახ.4.20. 110/35/6 კვ ქს „ქუთაისი 4“ ფ-„58“

ქუთაისის გამანაწილებელ ქსელში, მაქსიმალური დატვირთვისას, გამოიკვეთა ფიდერთა ის ჯგუფი, რომელთა მაგისტრალის უბნებზე სადენები დაიტვირთა დასაშვები დენის 100%-ზე მეტად, რაც აისახა ქსელის კვანძებში ძაბვის დაუშვებელი სიდიდით გადახრით. ეს ფაქტი მიუთითებს ქსელის ამ ნაწილის F და S_{მაქს} პარამეტრების კრიტიკულ შეუსაბამობას. ე.ი ქსელის ამ ნაწილის გამტარუნარიანობა არ შეესაბამება მოსალოდნელ მაქსიმალურ დატვირთვას.

ასევე გამოვლინდა ფიდერთა ნაწილი, რომელთა მაგისტრალური უბნების სადენები, მაქსიმალური რეჟიმით მუშაობისას დაიტვირთა დასაშვები დენის 80-90%-ის ფარგლებში. ე.ი ქსელის ამ ნაწილის გამტარუნარიანობა შეესაბამება მოსალოდნელ მაქსიმალურ დატვირთვას.

მაქსიმალური დატვირთვისას, მოხმარების კვანძებში ძაბვის საჭირო მნიშვნელობის უზრუნველსაყოფად და ამავე დროს, ენერჯის დანაკარგების მინიმუმამდე შესამცირებლად ზოგიერთი ფიდერი მოითხოვს სადენების განიკვეთის გაზრდას ან მაკომპენსირებელი დანადგარის დადგმას.

ასევე მივიღეთ, რომ ქსელისადმი წაყენებული მოთხოვნების შესასრულებლად ზოგიერთ ფიდერზე საჭიროა როგორც სადენთა განიკვეთის გაზრდა, ისე საკომპენსაციო დანადგარის დაყენება.

მაქსიმალური დატვირთვისას, ქსელის გამტარუნარიანობის გასაზრდელად არსებული სადენების პირობებში, ძაბვის გაზრდა 10 კვ-მდე ფიდერის „გოდოგანი“ შემთხვევაში გამართლებულია, რაც ანგარიშებმა აჩვენა. გარდა ამისა მომხმარებელთა ის ჯგუფი, რომელთაც ნომინალური ძაბვა 6 კვ იყო თითქმის ამოღებულია მუშაობიდან. ზემოთ გაანგარიშებული ერთ-ერთი ქვესადგურის ბაკისუბანის დაბალი ნომინალური ძაბვაა 10 კვ. მიუხედავად იმისა, რომ ამ ქვესადგურის ფიდერზე „ხაოიანი“ შევამცირეთ ენერჯის დანაკარგები, ეს არ ნიშნავს, რომ ქუთაისის გამანაწილებელი ქსელის ძაბვად 10 კვ საკმარისი არაა იმ მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, რაც ელექტრულ ქსელს წაეყენება. ჩვენი მიზანი იყო გვეჩვენებინა, თუ რამდენად შემცირდებოდა დანაკარგები 10 კვ-იანი ფიდერის შემთხვევაში და ამით გაგვეგო ღონისძიების ეფექტურობა, რაც ვაჩვენეთ ზემოთ.

თუ დავუშვებთ, რომ $E_6 = 1$, მაშინ რეაქტიული სიმძლავრის მაკომპენსირებელი დანადგარი არ უნდა დაიდგას ზოგიერთ ფიდერზე, არსებული სადენების პირობებში. ეს ღონისძიება ჩაითვება ეფექტურად, თუ ამავე ფიდერებზე მაგისტრალური უბნების სადენები შეიცვლება $V \Rightarrow \min$ პირობით.

ფიდერთა გარკვეულ ჯგუფში კი $E_6 = 1$ დაშვებისას ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშებით დამტკიცდა რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის ეფექტურობა არსებული სადენების პირობებში.

110/10/6 კვ ქს „ქუთაისი 6“ ფ.-ის „ქვიტირი“ შემთხვევაში $V \Rightarrow \min \equiv \Delta P \Rightarrow \min$.

110/35/6 კვ ქს „ქუთაისი 4“ ფ.-ის „58“ შემთხვევაში $V \Rightarrow \min$ პირობით სადენების შეცვლა არაეფექტურია და მაგისტრალის უბნებზე სადენები უნდა შეიცვალოს $\Delta P \Rightarrow \min$ მოთხოვნით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. მახარაძე გ. ენერგოსისტემების რეჟიმების მართვა და ოპტიმიზაცია. ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი 2005წ
2. Веников В.А., Журавлев В.Г., Филиппова Т.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем. М.: Энергоиздат, 1982.
3. Поспелов Г.Е., Сыч Н.М., Федин В.Т. Компенсирующие и регулирующие устройства в электрических системах. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1983. - 112 с.
4. Временная инструкция по расчету и анализу потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем. - М.: ОРГРЭС, 1976. -56 с.
5. Глазунов А.А., Хиен Нгуен, Строев В.А. Об экономически целесообразной емкостной компенсации в сетях промышленных предприятий. - Электричество, 1968, № 3, с. 6-11.
6. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии: М.: Энергоатомиздат, 1985.
7. Идальчик В.И. Электрические системы и сети - М.: Энергоатомиздат, 1989-592 с.
8. Махарაძე Г.Т., Буадзе В.В. Компенсация реактивной мощности в локальных электрических сетях, Сборник научных трудов, Тбилиси, Изд-во ГТУ, 1990.
9. მახარაძე გ., კიკალიშვილი მ. ელექტრულ ქსელში რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაცია ეკვივალენტების პრინციპით. ენერგია. 4(12). 1999. გვ. 36-38.
10. მახარაძე გ., კიკალიშვილი მ. რეგიონულ მანაწილებელ ქსელებში რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციის მათემატიკური მოდელი. სტუ-ს შრომები (452). თბილისი. 2004.
11. Мельников Н.А. Реактивная мощность в электрических сетях. - М.: Энергия, 1975. - 128 с.
12. Мельников Н.А., Солдаткина Л.А. Регулирование напряжения в электрических сетях. - М.: Энергия, 1968 - 153 с.
13. Мельников Н.А. Электрические сети и системы. - М.: Энергия, 1975. - 463 с.
14. Основы построения промышленных сетей / Г.М. Каялов, Э.А.Каджан, И.Н. Ковалев, Э.Г. Курений. М.: Энергия, 1978.
15. Фадеев В.В. Оптимизация компенсации реактивных мощностей потребителей при

проектировании сетей энергосистем, Электрические станции. 1985. № 4, с 40-43.

16. მახარაძე გ. ახალაძე ფ. მკვებავი და მანაწილებელი ქსელების ინტერესთა ურთიერთგათვალისწინება რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაციისას. ენერჯია 3(71) 2014 გვ 29-32

17. Карпов Г.М. Компенсация реактивной мощности в распределительных сетях. – М. Энергия, 1975, 182 с.

18. მახარაძე გ. ახალაძე ფ. ელექტრულ ქსელში სიმძლავრის დანაკარგების ოპტიმალური ფარდობითი ნაზრდი. ენერჯია 2 (74) 2015

19. ფ. ახალაძე, პ. კაჭკაჭიშვილი, სტატისტიკური მართვადი მაკომპენსირებელი დანადგარის საშუალებით ელექტრული სიმძლავრისა და ენერჯიის დანაკარგების შემცირების ღონისძიება, ქუთისის მე-V საერთშორისო კომფერენცია, 2018, გვ 5-8.

20. პეტრე კაჭკაჭიშვილი, ელექტრული სიმძლავრის დანაკარგის ოპტიმალური ფარდობითი ნაზრდი Georgian Scientists/ქართველი მეცნიერები 4(02), 2022, გვ 141-144

21. ფრიდონ ახალაძე, პეტრე კაჭკაჭიშვილი, ტექნიკურ ეკონომიკური მაჩვენებლების პროგნოზი, Georgian Scientists/ქართველი მეცნიერები 4(02), 2022 გვ 150-154

22. Demuri Chomakhidze^{1*}, Omari Zivzivadze², Petre Kachkachishvili², Akaki Kiladze². The Role and Importance of the Energy Saving in Georgia. Theoretical Economics Letters, 2018, 8, 1740-1745

დასკვნები

საბაზრო ეკონომიკის პრინციპის შესაბამისად, ელექტროგადაცემის ქსელი დაყოფილია ნომინალური ძაბვისა და დანიშნულების მიხედვით და სხვადასხვა კომპანიის კუთვნილებას წარმოადგენს. თითოეული კომპანიის დაინტერესების საგანს წარმოადგენს მის კუთვნილებაში არსებული გადაცემის ქსელის მუშაობის მაღლეფექტურობა. ამ მიზნის მისაღწევად, ხშირ შემთხვევებში, ეკონომიურად მიზანშეწონილი აღმოჩნდება ქსელში რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაცია. მაკომპენსირებელი დანადგარის ოპტიმალური სიმძლავრისა და ქსელში მისი განთავსების ადგილის დადგენა, როგორც ავლნიშნეთ, სისტემური ხასიათის ამოცანაა და ამდენად, იგი კონკრეტული კომპანიის არეალის ფარგლებს გარეთ გადის.

პროგრამა PSS/E -ს (Power System Simulator for Engineering)-ის საშუალებით ქუთაისის მკვებავი 110 კილოვოლტის ქსელის რეჟიმების გაანგარიშებამ, გამოკვლევამ აჩვენა რომ:

1. დატვირთვის მახასიათებლის არცერთი შესაძლო დასაშვები მნიშვნელობისას ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაშიც კი ძაბვის სიდიდე ქსელის კვანძებში არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს.
2. დატვირთვის მახასიათებლის არცერთი შესაძლო დასაშვები მნიშვნელობისას ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაშიც კი დანაკარგები ქსელში არ ცდება დასაშვებ ზღვრებს.
3. დატვირთვის მახასიათებლის არცერთი შესაძლო დასაშვები მნიშვნელობისას ძალოვანი ტრანსფორმატორების 80%-ით დატვირთვის შემთხვევაშიც კი ქსელში ხაზების გადატვირთვებს ადგილი არ აქვს.
4. ძალოვანი ტრანსფორმატორების 100%-ით დატვირთვის შემთხვევაში გადაიტვირთება გადამცემი ხაზი მუხიანი.

5. აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების შემცირებისა და რექტიული სიმძლავრის ოპტიმალური კომპენსაციის თვალსაზრისით, მაკომპენსირებელი დანადგარის დაყენების ადგილად რეკომენდირებულია ქვესადგურის 6-10 კვ ძაბვის სალტე.
6. ქსელის იერარქიული სტრუქტურის ანალიზის საფუძველზე ნაშრომში ნაჩვენებია, განსახილველ მანაწილებელ ქსელში, რეაქტიული დატვირთვის ოპტიმალური კომპენსაცია იმ სახით, რომელიც გულისხმობს მოცემული ქსელისა და სისტემის დანარჩენი ნაწილის ურთიერთკავშირს;
7. 0,4კვ. ძაბვის, ხაზის ბოლოში მაკომპენსირებელი დანადგარის დაყენება, აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების შემცირების თვალსაზრისით, მნიშვნელოვნად უფრო მეტ ეფექტს იძლევა მაღალი (35-110კვ) ქსელში, ვიდრე თვით 10/0,4 კვ ძაბვის ქსელში.
8. მღებულია კვანძების რეაქტიული დატვირთვებით გამოწვეული აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ოპტიმალური მნიშვნელობის საანგარიშო გამოსახულებები, რაც საშუალებას გვაძლევს წინასწარ შევაფასოთ კომპენსაციის პრიორიტეტულობა კვანძების მიხედვით.
9. ნაჩვენებია მაღალი ძაბვის ქსელში დანაკარგების შემცირებით მიღებული ტექნიკური ეფექტი, განაწილებული თითოეულ დაბალი ძაბვის ქსელში დადგმული რეაქტიული სიმძლავრის მაკომპენსირებელი დანადგარების სიმძლავრთა შესაბამისად.
10. ქუთაისის გამანაწილებელ ქსელში, მაქსიმალური დატვირთვისას, გამოიკვეთა ფიდერთა ის ჯგუფი, რომელთა მაგისტრალის უბნებზე სადენები დაიტვირთა დასაშვები დენის 100%-ზე მეტად, რაც აისახა ქსელის კვანძებში ძაბვის დაუშვებელი სიდიდით გადახრით. ეს ფაქტი მიუთითებს ქსელის ამ ნაწილის F და $S_{\text{მაქს}}$ პარამეტრების კრიტიკულ შეუსაბამობას. ე.ი ქსელის ამ ნაწილის გამტარუნარიანობა არ შეესაბამება მოსალოდნელ მაქსიმალურ დატვირთვას.
11. ასევე გამოვლინდა ფიდერთა ნაწილი, რომელთა მაგისტრალური უბნების სადენები, მაქსიმალური რეჟიმით მუშაობისას დაიტვირთა დასაშვები დენის 80-90%-ის ფარგლებში. ე.ი ქსელის ამ ნაწილის გამტარუნარიანობა შეესაბამება მოსალოდნელ მაქსიმალურ დატვირთვას.

12. მაქსიმალური დატვირთვისას, მოხმარების კვანძებში ძაბვის საჭირო მნიშვნელობის უზრუნველსაყოფად და ამავე დროს, ენერჯის დანაკარგების მინიმუმამდე შესამცირებლად ზოგიერთი ფიდერი მოითხოვს სადენების განივკვეთის გაზრდას ან მაკომპენსირებელი დანადგარის დადგმას.
13. ასევე მივიღეთ, რომ ქსელისადმი წაყენებული მოთხოვნების შესასრულებლად ზოგიერთ ფიდერზე საჭიროა როგორც სადენტა განივკვეთის გაზრდა, ისე საკომპენსაციო დანადგარის დაყენება.
14. თუ დავუშვებთ, რომ $E_{\text{ფ}} = 1$, მაშინ რეაქტიული სიმძლავრის მაკომპენსირებელი დანადგარი არ უნდა დაიდგას ზოგიერთ ფიდერზე, არსებული სადენების პირობებში. ეს ღონისძიება ჩაითვება ეფექტურად, თუ ამავე ფიდერებზე მაგისტრალური უბნების სადენები შეიცვლება $V \Rightarrow \min$ პირობით.
15. ფიდერთა გარკვეულ ჯგუფში კი $E_{\text{ფ}} = 1$ დაშვებისას ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშებით დამტკიცდა რეაქტიული დატვირთვის კომპენსაციის ეფექტურობა არსებული სადენების პირობებში.
16. დადგენილი იქნა ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების ფარდობითი ნაზრდის ოპტიმალური მნიშვნელობა, რაც საშუალებას გვაძლევს წინასწარ შევაფასოთ კომპენსაციის პრიორიტეტულობა კვანძების მიხედვით.
17. ნაჩვენებია მაღალი ძაბვის ქსელში დანაკარგების შემცირებით მიღებული ეკონომიკური ეფექტი განაწილებული თითოეულ დაბალი ძაბვის ქსელში დადგმული მაკომპენსირებელი დანადგარების სიმძლავრეთა პროპორციულად.