

**ძაბვის ცენტრალიზებული რეგულირებისას 35/6კვ ძაბვის მადაბლებელი ჩიხური ქვესადგურის
ნკვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის ოპტიმალური მუშა მნიშვნელობის შერჩევა**

ლაშა მაჭავარიანი

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის დეპარტამენტი.

სადოქტორო პროგრამის, საინჟინრო ტექნოლოგიები და სისტემები, დოქტორანტი

რეზიუმე. ნაშრომში წარმოდგენილია ძაბვის ცენტრალიზებული რეგულირებისას ქ. ქუთაისის 35/6 კვ ძაბვის მადაბლებელი ჩიხური ქვესადგურის ნკვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის ოპტიმალური მუშა მნიშვნელობის შერჩევის პროცედურა. კერძოდ: შესწავლილია ქვესადგურიდან გამავალი უდიდესი ფიდერის კონფიგურაცია, განფენილობა და დატვირთვა. შედეგად დადგენილია ქვესადგურის ნკვ ძაბვის სალტედან ელექტრულად უახლოესი და უშორესი კვანძები და გამოთვლილია ძაბვის დანაკარგი აღნიშნულ კვანძებამდე დატვირთვის ზღვრულ რეჟიმებში. ასევე განსაზღვრულია ძაბვის დანაკარგის პროცენტული მნიშვნელობა ელექტრულად უახლოეს და უშორეს კვანძებში დადგმულ 6/0.38კვ ძაბვის ტრანსფორმატორებში. მაქსიმალური და მინიმალური დატვირთვის რეჟიმებში ქსელის 0.38კვ ძაბვის სახასიათო კვანძებში მიღებულია წინასწარი დამუშავა, რომლის საფუძველზე დადგენილია მკვებავი ქვესადგურის ნკვ ძაბვის სალტეზე მუშა ძაბვის ოპტიმალური მნიშვნელობა U_{633}^{opt} . U_{633}^{opt} -ით განხორციელებულია 35/6კვ ძაბვის ქვესადგურის უდიდესი ფიდერის ზღვრული მუშა რეჟიმების ანგარიში და დადგენილია მის ყველა კვანძში ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობა. მიღებული კვანძური ძაბვების საფუძველზე დადასტურებულია ნაშრომში წარმოდგენილი მეთოდიკის მართებულობა. ქსელის ზღვრული რეჟიმების საანგარიშოდ გამოყენებულია საინჟინრო კომპიუტერული პროგრამა "NEPLAN".

საკვანძო სიტყვები: ძაბვა, ცენტრალიზებული რეგულირება, კვანძი, ზღვრული რეჟიმი, ოპტიმალური.

შესავალი. ძაბვის რეგულირება ტექნიკური ხასიათის ღონისძიებების ერთობლიობაა, რომლის დანიშნულებას წარმოადგენს მომხმარებელთა სალტეებზე ძაბვის გადახრის შეზღუდვა ეკონომიკურად მისაღები მაჩვენებლებით[5]. პრაქტიკულად, ძაბვის სასურველი რეჟიმის უზრუნველყოფა ელექტრულ ქსელში დამხმარე ღონისძიებების გარეშე შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც ქსელში ძაბვის დანაკარგი მცირეა, რასაც ადგილი აქვს საგენერატორო ძაბვის ქსელების შემთხვევაში. მაშინ როცა, ქსელის განფენილობა დიდია და სხვადასხვა საფეხურის ძაბვის კვანძების მაკავშირებელ ტრანსფორმატორთა რაოდენობა მნიშვნელოვან რიცხვს აღწევს, ძაბვის დასაშვები რეჟიმის დამყარება სპეციალური დამხმარე მოწყობილობების გარეშე თითქმის შეუძლებელია[4]. მიუხედავად იმისა, რომ ძაბვის მარეგულირებელ დამხმარე მოწყობილობათა ქსელში განთავსება შესაბამისი მიზნებისათვის მარტივია, ძაბვის რეგულირება ელექტროენერგეტიკაში ერთ-ერთ ურთულეს ამოცანას წარმოადგენს, რაც დაკავშირებულია ამოცანის დასმისა და მისი შემდგომი ოპტიმალური გადაწყვეტის სირთულესთან, რომელსაც საფუძვლად უდევს საწყის ინფორმაციათა მოცულობითი სიდიდე და მისი სწორი ანალიზის კომპლექსურობა[6].

ძაბვის ცენტრალიზებული რეგულირება თითქოს მარტივი ღონისძიებაა, რადგან ხშირ შემთხვევაში აქ არ გვიწევს ქსელში დამატებითი მოწყობილობების განთავსება, თუმცა პრაქტიკა აჩვენებს, რომ ზოგჯერ მისი საშუალებით ქსელის კვანძებში ძაბვის სასურველი რეჟიმის დამყარება ურთულეს გადაწყვეტილებებთანაა დაკავშირებული. ეს განპირობებულია იმით, რომ ქსელის მკვებავ ქვესადგურზე ერთსა და იმავე დროს რთულია ელექტრულად ახლო და შორეული მომხმარებლებისათვის სასურველი ძაბვის შენარჩუნება. რაც უფრო განფენილია ქსელი და დიდია მისი ელექტრული დატვირთვა ეს პრობლემა მით უფრო საგრძნობია. სწორედ ამიტომ, ძაბვის ცენტრალიზებულ რეგულირებას წინ უნდა უძღოდეს მთელი რიგი ტექნიკური ხასიათის ანგარიშების ჩატარება, რათა განსახილველი ქსელის ყველა კვანძში იქნას დამყარებული ძაბვის სასურველი რეჟიმი[7]

სამუშაოს მიზანი. სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს ქ. ქუთაისის 35/6კვ ძაბვის მადაბლებელი ჩიხური ქვესადგურის 6კვ ძაბვის სალტედან ელექტრულად უახლოეს და უშორეს კვანძამდე ძაბვის დანაკარგის განსაზღვრა დატვირთვის ზღვრულ რეჟიმებში. ასევე ქსელის სახასიათო კვანძებში დადგმულ 6/0.38კვ ძაბვის ტრანსფორმატორებში ძაბვის დანაკარგის პროცენტული მნიშვნელობის გამოთვლა როგორც მაქსიმალური, ისე მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში. მიღებული შედეგების საფუძველზე კი 6კვ ძაბვის სალტეზე მუშა ძაბვის ოპტიმალური მნიშვნელობის დადგენა და მის საფუძველზე ქსელის თითოეულ კვანძში ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობების განსაზღვრა.

35/6კვ ძაბვის მადაბლებელი ჩიხური ქვესადგურის 6კვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის ოპტიმალური მუშა მნიშვნელობის შერჩევა

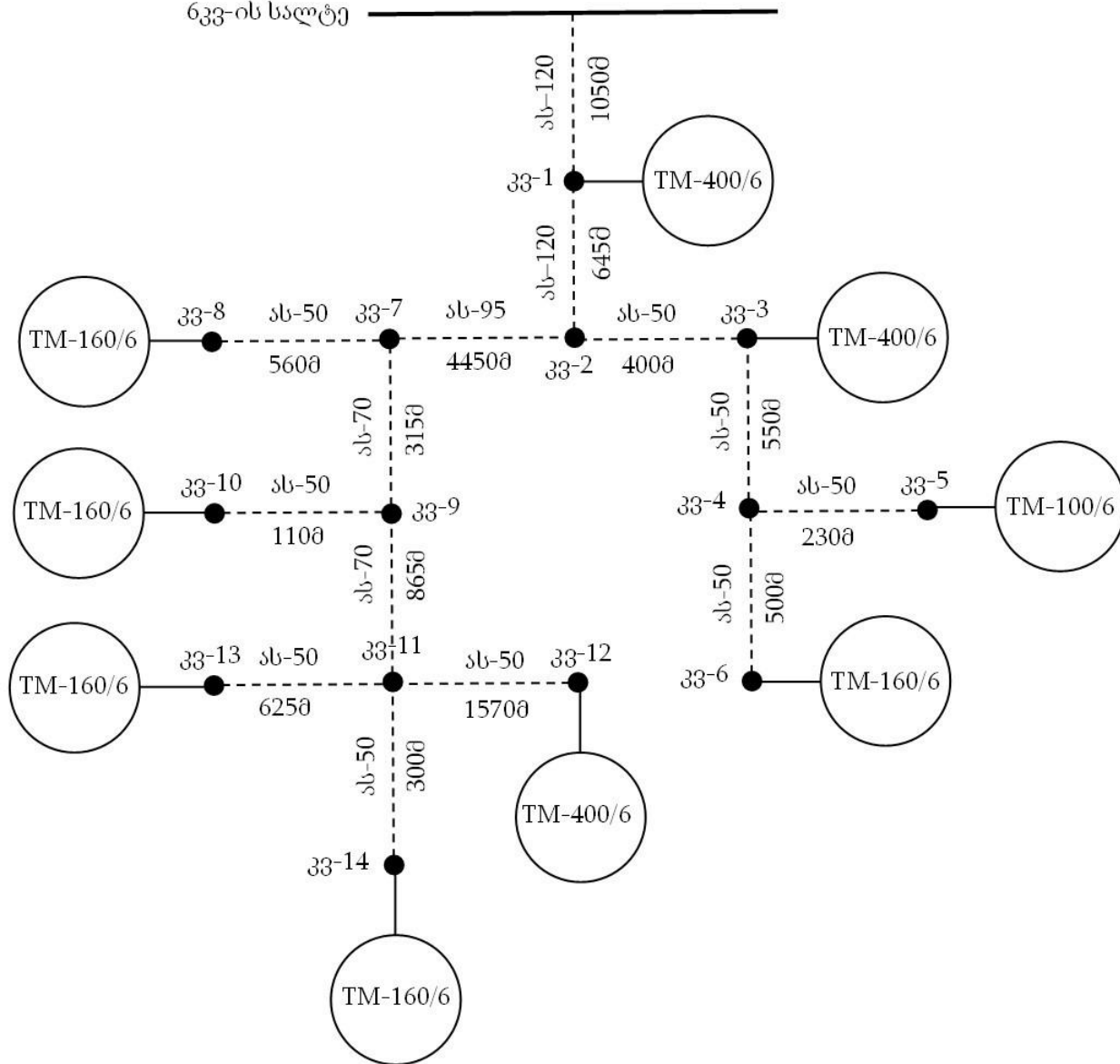
როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ქვესადგურის 6კვ ძაბვის სალტეზე მუშა ძაბვის ოპტიმალური მნიშვნელობა უნდა განისაზღვროს დატვირთვის ზღვრულ რეჟიმებში. თავდაპირველად განვიხილოთ მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმი. ამისათვის უპირველესად საჭიროა შედგეს ქსელის მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმის საანგარიშო ჩანაცვლების სქემა და დადგინდეს ქვესადგურის 6კვ ძაბვის სალტედან ელექტრულად უახლოესი და უშორესი კვანძები. სურ.1-ზე მოცემულია 35/6კვ ძაბვის მადაბლებელი ჩიხური ქვესადგურის 6კვ ძაბვის განსახილველი ფიდერი, ხოლო სურ.2-ზე საანგარიშო ჩანაცვლების სქემა მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში. სურ.2-ის მიხედვით ცხადია, რომ მე-12 კვანძი ელექტრულად უშორესი კვანძია, ხოლო კვანძი1 ელექტრულად უახლოესი. განვსაზღვროთ ძაბვის დანაკარგი ქსელის 1 და მე-12 კვანძამდე. „NEPLAN“-ის გამოყენებით მივიღეთ, რომ

$$\begin{cases} \Delta U_{0 \rightarrow 1} = 6 - 5,88 = 0,12 \\ \Delta U_{0 \rightarrow 12} = 6 - 5,39 = 0,61 \end{cases}$$

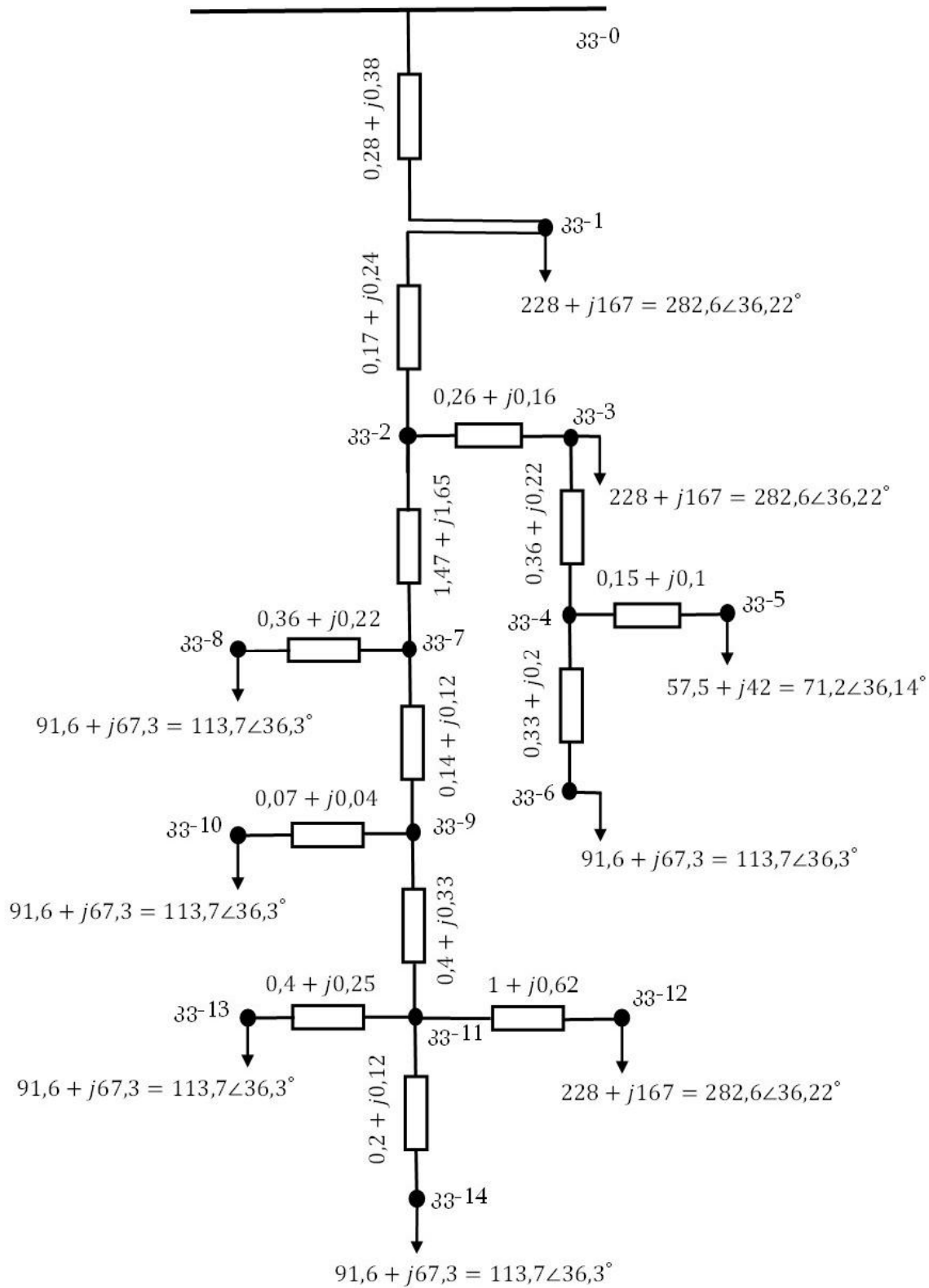
განსაკუთრებით ღია ელექტრული ქსელისათვის დამახასიათებელია შემდეგი თავისებურება: ძაბვის მუშა მნიშვნელობა კვების ცენტრიდან ელექტრულად უშორეს კვანძში ყოველთვის ნაკლებია ელექტრულად უახლოეს კვანძში ძაბვის მუშა მნიშვნელობაზე. ეს ბუნებრივი თავისებურება საშუალებას გვაძლევს, შევარჩიოთ მკვებავი ქვესადგურის 6 კვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობის შესაძლო ცვლილების ფარგლები, იმ გარემოების გათვალისწინებით, რომ მე-12 კვანძში, სატრანსფორმატორო ქვესადგურის დაბალი ძაბვის სალტეზე ძაბვის უმცირესი მუშა მნიშვნელობა მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში, $0,95U_{ნომ}^{ქსელი}$ – ის ტოლია, ხოლო 1 კვანძში სატრანსფორმატორო ქვესადგურის დაბალი ძაბვის სალტეზე ძაბვის უდიდესი მუშა მნიშვნელობა $1,05U_{ნომ}^{ქსელი}$ – ს უდრის. მაშასადამე, $\begin{cases} U_1^{\phi} = 0,39 \text{ კვ} \\ U_{12}^{\phi} = 0,36 \text{ კვ} \end{cases}$

სურ.1-დან ჩანს, რომ 1 და მე-12 კვანძში დადგმულია ერთი და იმავე სიმძლავრისა და ტიპის ტრანსფორმატორი. ამიტომ, ეს გარემოება საშუალებას გვაძლევს გამოვთვალოთ ძაბვის დანაკარგის პროცენტული მნიშვნელობა ამ სატრანსფორმატორო ქვესადგურთა ტრანსფორმატორებში (TM400/6) მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში. ამისათვის TM400/6 ტრანსფორმატორის საპასპორტო მონაცემებიდან გამოვიყენოთ შემდეგი პარამეტრები[2]:

$$\begin{cases} \Delta P_{\text{გ}} = 5,5 \\ U_{\text{გ}}^{\%} = 4,5 \% \end{cases}$$



სურ.1. გვ ძაბვის ფიდერის ცალხაზოვანი სქემა



სურ.2. ფიდერის საანგარიშო ჩანაცვლების სქემა მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში

ტრანსფორმატორის აქტიურ წინაღობაში ძაბვის დანაკარგის პროცენტული მნიშვნელობა $U_s\%$ რიცხობრივად ტოლია ტრანსფორმატორის გრაგნილებში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგის პროცენტული მნიშვნელობის. $U_s\% = (5,5/400)100 = 1,37\%$, ხოლო რეაქტიულ წინაღობაში ძაბვის დანაკარგის პროცენტული მნიშვნელობა $U_r\%$ მოკლედ შერთვის ძაბვის ტოლია, ანუ $U_r\% = U_{R\theta}\% = 4,5\%$. ამრიგად, ხელთ გვაქვს ყველა პარამეტრი შემდეგი გამოსახულების დასაწერად[3]:

$$\Delta U_{\theta}^{\%} = (U_s^{\%} \cdot \cos \varphi + U_r^{\%} \cdot \sin \varphi) S_{\text{დატ}}^{\text{ფაქტ}} / S_{\text{დატ}}^{\text{ნომ}} = (1,13 + 2,47)0,67 = 2,4\%$$

ამრიგად, 1 და მე-12 კვანძში დადგმულ ტრანსფორმატორებში (TM400/6), მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში იკარგება ნომინალური ძაბვის 2,4%.

ზემოთ დავუშვით, რომ მე-12 კვანძში, სატრანსფორმატორო ქვესადგურის დაბალი ძაბვის სალტეზე ძაბვის უმცირესი მუშა მნიშვნელობა მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში, $0,95U_{\text{ნომ}}^{\text{ქსელი}}$ – ის ტოლია, ხოლო 1 კვანძში სატრანსფორმატორო ქვესადგურის დაბალი ძაბვის სალტეზე ძაბვის უდიდესი მუშა მნიშვნელობა $1,05U_{\text{ნომ}}^{\text{ქსელი}}$ – ს უდრის. ეს დამუშავება და ტრანსფორმატორში ძაბვის დანაკარგის პროცენტული მნიშვნელობის პოვნა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ მე-12 კვანძში, სატრანსფორმატორო ქვესადგურის მაღალი ძაბვის სალტეზე ძაბვის უმცირესი მუშა მნიშვნელობა მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში, ხოლო 1 კვანძში სატრანსფორმატორო ქვესადგურის მაღალი ძაბვის სალტეზე ძაბვის უდიდესი მუშა მნიშვნელობა.

$$\begin{cases} U_{12}^{\theta\%} = U_{12}^{\omega\%} + \Delta U_{\theta}^{\%} = 95 + 2,4 = 97,4\% = 5,84\text{კვ} \\ U_1^{\theta\%} = U_1^{\omega\%} + \Delta U_{\theta}^{\%} = 105 + 2,4 = 107,4\% = 6,44\text{კვ} \end{cases}$$

ზემოთ ასევე გამოვთვალეთ მკვებავი ქვესადგურის 6კვ ძაბვის სალტედან ელექტრულად უშორეს (12) და უახლოეს(1) კვანძებამდე ძაბვის დანაკარგი, როდესაც $U_0 = 6\text{კვ}$, რადგან სწორედ $U_0 = 6\text{კვ}$ -ის დროს მოხდება ქსელის 6კვ ძაბვის კვანძებში ძაბვის ბუნებრივი განაწილება, რაც ქსელის ცალკეულ უბნებზე ძაბვის დანაკარგის შეფასების თვალსაზრისით ყველაზე ზუსტი შედეგის მომცემია. ამრიგად, დადგენილია ყველა ის აუცილებელი პარამეტრი, რომლის გამოყენებითაც განისაზღვრება მკვებავი ქვესადგურის 6 კვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობის ცვლილების ფარგლები მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში 1 და მე-12 კვანძის მიხედვით.

$$\begin{cases} U_0^{12} = U_{12}^{\theta} + \Delta U_{0 \rightarrow 12}^{\text{მაქს}} = 5,84 + 0,61 = 6,45\text{კვ} \\ U_0^1 = U_1^{\theta} + \Delta U_{0 \rightarrow 1}^{\text{მაქს}} = 6,44 + 0,12 = 6,56\text{კვ} \end{cases}$$

ყოველივე ამის შემდეგ, მივადექით მკვებავი ქვესადგურის 6 კვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის ახალი მუშა მნიშვნელობის შერჩევის პროცესის ბოლო ეტაპს, სადაც უნდა დადგინდეს, თუ მკვებავი ქვესადგურის 6 კვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის რომელი მნიშვნელობა, ანგარიშებით მიღებული შუალედიდან, უზრუნველყოფს როგორც 1, ისე მე-12 კვანძში ძაბვათა ისეთ ნიშნულებს, რომ ისინი მაქსიმალურად ახლოს იყვნენ ნომინალურთან. ძაბვის ამ მნიშვნელობას განსაზღვრავს შემდეგი მათემატიკური გამოსახულება[1]:

$$U_0^{\text{კბ}} = \frac{U_0^{12} + U_0^1}{2} = \frac{6,45 + 6,56}{2} = 6,5\text{კვ}$$

ამრიგად, მივიღეთ, რომ $U_0^{\text{კბ}} = 6,5\text{კვ}$, მაგრამ აქ გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ განხილული ქსელის მკვებავ 35/6 კვ ძაბვის ქვესადგურზე დადგმულია ორგრაფილი ტრანსფორმატორი TMH4000/35, რომლის ძაბვის რეგულირების ფარგლებია $\pm 6 \times 1,5\%$. შესაბამისად, ამ ტრანსფორმატორს 6 კვ ძაბვის სალტეზე 6,5კვ-ის უზრუნველყოფა არ შეუძლია, რადგან $6,5\text{კვ} = 1,08U_{\text{ფ}}$. ამიტომ მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში ტრანსფორმატორის, TMH4000/35, დატვირთვის ქვემ ძაბვის მარეგულირებელმა მოწყობილობამ დაბალი ძაბვის სალტეზე უნდა შეინარჩუნოს ძაბვის ისეთი მნიშვნელობა, რომელიც სიდიდით ყველაზე ახლოსაა 6,5კვ-თან. ასეთია PIII-ის დადებითი მე-5 გამომყვანის ძაბვა და უდრის 6,45კვ – ს.

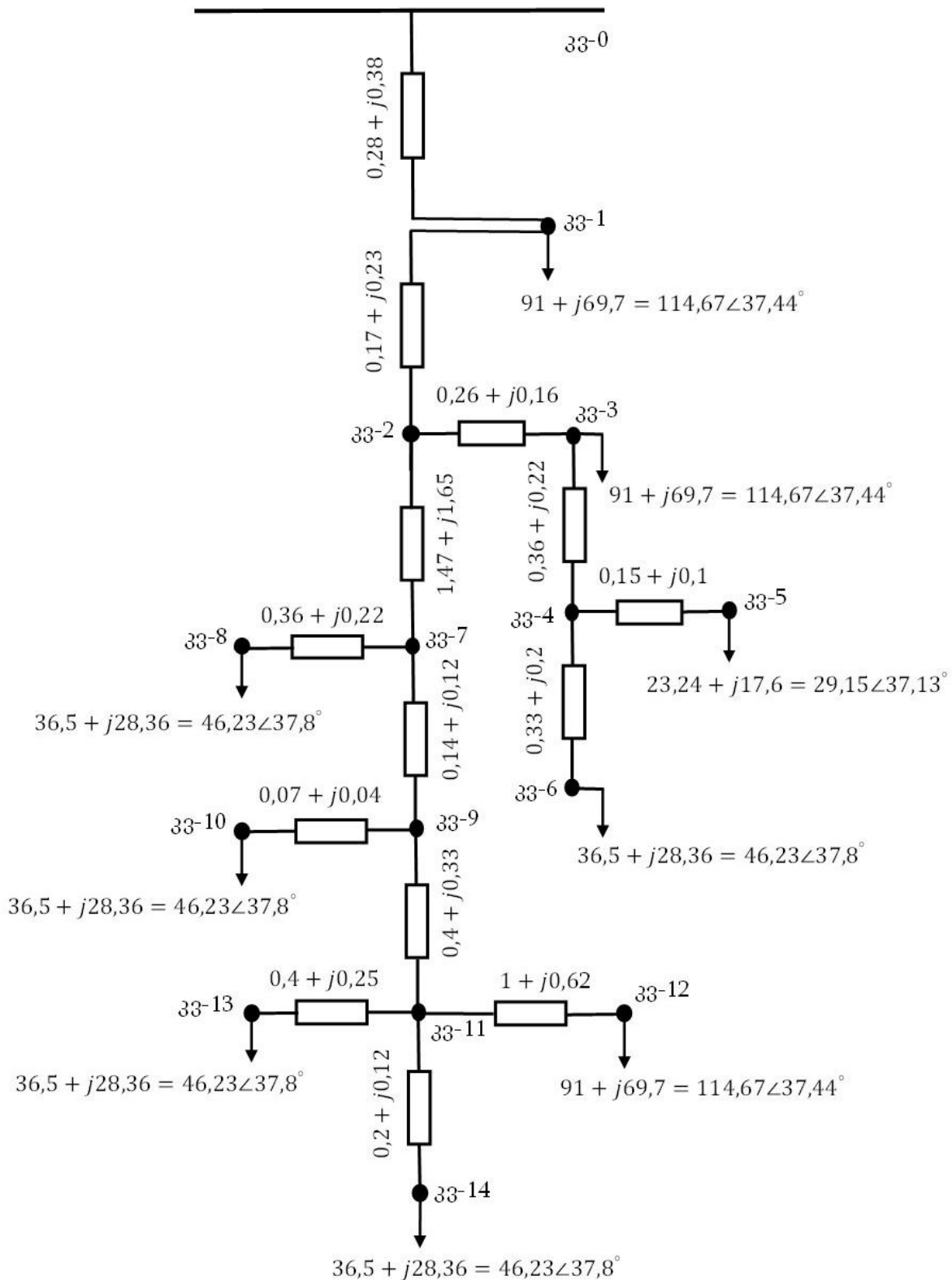
მინიმალური დატვირთვის რეჟიმშიც საჭიროა მსგავსი ხასიათის ანგარიშების ჩატარება, თუმცა შესაბამისი საანგარიშო ჩანაცვლების სქემის საფუძველზე, რომელიც მოცემულია სურ.3-ზე. მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში ქსელის უბნებზე ძაბვის დანაკარგი მცირეა, ამიტომ 35/6 კვ ძაბვის ქვესადგურის, 6კვ ძაბვის სალტეზე, ძაბვის ახალი მუშა მნიშვნელობის დასადგენად, განსხვავებული მიდგომაა საჭირო. უპირველესად გამოვთვალოთ ძაბვის დანაკარგი კვების ცენტრიდან ქსელის 1 და მე-12 კვანძამდე „NEPLAN“-ის გამოყენებით

$$\begin{cases} \Delta U_{0 \div 1}^{\text{მინ}} = 6 - 5,95 = 0,05 \text{ კვ} \\ \Delta U_{0 \div 12}^{\text{მინ}} = 6 - 5,77 = 0,23 \text{ კვ} \end{cases}$$

დავუშვათ, რომ მე-12 კვანძში, სატრანსფორმატორო ქვესადგურის დაბალი ძაბვის სალტეზე ძაბვის უმცირესი მუშა მნიშვნელობა მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში, $0,98U_{\text{ნომ}}^{\text{ქსელი}}$ – ის ტოლია, ხოლო 1 კვანძში სატრანსფორმატორო ქვესადგურის დაბალი ძაბვის სალტეზე ძაბვის უდიდესი მუშა მნიშვნელობა $1,05U_{\text{ნომ}}^{\text{ქსელი}}$ – ს უდრის. მაშასადამე, $\begin{cases} U_1^{\text{დ}} = 0,39 \text{ კვ} \\ U_{12}^{\text{დ}} = 0,37 \text{ კვ} \end{cases}$. მაქსიმალური

დატვირთვის რეჟიმის მსგავსად, მინიმალური დატვირთვის რეჟიმშიც გამოვთვალოთ 1 და მე-12 კვანძში დადგმულ სატრანსფორმატორო ქვესადგურის ტრანსფორმატორში TM400/6, ძაბვის დანაკარგის პროცენტული მნიშვნელობა.

$$\Delta U_{\text{ტ}}^{\%} = (U_{\text{ს}}^{\%} \cdot \cos \varphi + U_{\text{რ}}^{\%} \cdot \sin \varphi) S_{\text{დატ}}^{\text{ფაქტ}} / S_{\text{დატ}}^{\text{ნომ}} = (1,13 + 2,47)0,29 = 1,04\%$$



ტრანსფორმატორში ძაბვის დანაკარგის პროცენტული მნიშვნელობის პოვნა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ მე-12 კვანძში, სატრანსფორმატორო ქვესადგურის მაღალი ძაბვის

სალტეზე ძაბვის უმცირესი მუშა მნიშვნელობა მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში, ხოლო 1 კვანძში სატრანსფორმატორო ქვესადგურის მაღალი ძაბვის სალტეზე ძაბვის უდიდესი მუშა მნიშვნელობა.

$$\begin{cases} U_{12}^{\partial\%} = U_{12}^{\partial\%} + \Delta U_{\partial}^{\%} = 98 + 1,04 = 99,04\% = 5,94\text{კვ} \\ U_1^{\partial\%} = U_1^{\partial\%} + \Delta U_{\partial}^{\%} = 105 + 1,04 = 106,04\% = 6,36\text{კვ} \end{cases}$$

ამრიგად, დადგენილია ყველა ის აუცილებელი პარამეტრი, რომლის გამოყენებითაც განვსაზღვრავთ მკვებავი ქვესადგურის 6 კვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის მოქმედი მნიშვნელობის ცვლილების ფარგლებს მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში 1 და მე-12 კვანძის მიხედვით.

$$\begin{aligned} U_0^{12} &= U_{12}^{\partial} + \Delta U_{0+12}^{\partial} = 5,94 + 0,23 = 6,17\text{კვ} \\ U_0^1 &= U_1^{\partial} + \Delta U_{0+1}^{\partial} = 6,36 + 0,05 = 6,41\text{კვ} \end{aligned}$$

შედეგად, ხელთ გვაქვს ყველა ის მონაცემი, რომლის საშუალებითაც მივიღებთ მოცემული ქსელის მკვებავი ქვესადგურის 6 კვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის ოპტიმალურ მნიშვნელობას მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში.

$$U_0^{\text{ობ}} = \frac{U_0^{12} + U_0^1}{2} = \frac{6,17 + 6,41}{2} = 6,29\text{კვ}$$

გავითვალისწინოთ, რომ მკვებავ 35/6 კვ ძაბვის ქვესადგურზე დადგმულია ორგრაგნილა ტრანსფორმატორი TMH4000/35, რომლის ძაბვის რეგულირების ფარგლებია $\pm 6 \times 1,5\%$. ამიტომ მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში ტრანსფორმატორის, TMH4000/35, დატვირთვის ქვემ ძაბვის მარეგულირებელმა მოწყობილობამ დაბალი ძაბვის სალტეზე უნდა შეინარჩუნოს ძაბვის ისეთი მნიშვნელობა, რომელიც სიდიდით ყველაზე ახლოსაა 6,29კვ-თან. ასეთია PPH-ის დადებითი მე-3 გამომყვანის ძაბვა და უდრის 6,27კვ – ს. ამრიგად, დადგინდა 35/6კვ ძაბვის მადაბლებელ ქვესადგურზე ძაბვის ცენტრალიზებული რეგულირებისას 6კვ ძაბვის სალტეზე ძაბვის ცვლილების დიაპაზონი (6.27 ÷ 6.45კვ). ეხლა აუცილებელია ჩატარდეს განხილული ქსელის ზღვრული რეჟიმების ანგარიში $U_0^{\text{ობ}} = 6.27\text{კვ}$ და $U_0^{\text{ობ}} = 6.45\text{კვ}$ ძაბვებით რათა, დადგინდეს ქსელის როგორც 6კვ, ისე 0.38კვ ძაბვის კვანძებში ძაბვის მუშა მნიშვნელობები, რისთვისაც გამოყენებულია საინჟინრო კომპიუტერული პროგრამა „NEPLAN“. ანგარიშის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში(ცხრ.1; ცხრ.2; ცხრ.3; ცხრ.4)

მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში ქსელის 6კვ ძაბვის კვანძებში ძაბვის მუშა მნიშვნელობები

	$U_{კვ}$	U°	$U\%$
კვ-0	6.45	0	107.5
კვ-1	6.37	-0.29	106.16
კვ-2	6.31	-0.45	105.23
კვ-3	6.29	-0.43	104.86
კვ-4	6.28	-0.42	104.65
კვ-5	6.277	-0.418	104.62
კვ-6	6.272	-0.414	104.54
კვ-7	6.047	-0.965	100.79
კვ-8	6.039	-0.958	100.65
კვ-9	6.027	-0.976	100.46
კვ-10	6.026	-0.975	100.43
კვ-11	5.983	-1.002	99.72
კვ-12	5.927	-0.954	98.78
კვ-13	5.974	-0.994	99.57
კვ-14	5.979	-0.998	99.65

მაქსიმალური დატვირთვის რეჟიმში ქსელის 0.38კვ ძაბვის კვანძებში ძაბვის მუშა მნიშვნელობები

სატრანსფორმატორო ქვესადგური	U_{θ} (კვ)	$U_{\theta}^{პ} / U_{\theta}^{\%}$	ПББ-ს საფეხური	სიმძლავრის დანაკარგი ΔS (კვტ)
TM400/6(კვანძი1)	6.37	0.395/103.88	0	$3.56 + j16.17$
TM400/6(კვანძი3)	6.29	0.389/102.52	0	$3.6 + j16.14$
TM400/6(კვანძი12)	5.927	0.366/96.33	0	$3.79 + j16.03$
TM100/6(კვანძი5)	6.277	0.388/102.18	0	$1.26 + j4.34$
TM160/6(კვანძი6)	6.272	0.387/101.9	0	$1.8 + j7.1$
TM160/6(კვანძი8)	6.039	0.372/97.91	0	$1.87 + j7.05$
TM160/6(კვანძი10)	6.026	0.371/97.69	0	$1.88 + j7.05$
TM160/6(კვანძი13)	5.974	0.368/96.79	0	$1.89 + j7.04$
TM160/6(კვანძი14)	5.979	0.369/96.88	0	$1.89 + j7.04$

მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში ქსელის 6კვ დაბვის კვანძებში დაბვის მუშა მნიშვნელობები

	$U_{კვ}$	U°	$U\%$
კვ-0	6.27	0	104.5
კვ-1	6.255	-0.12	104.25
კვ-2	6.233	-0.17	103.88
კვ-3	6.223	-0.16	103.72
კვ-4	6.218	-0.16	103.64
კვ-5	6.217	-0.158	103.63
კვ-6	6.215	-0.156	103.59
კვ-7	6.126	-0.358	102.1
კვ-8	6.123	-0.355	102.04
კვ-9	6.118	-0.361	101.97
კვ-10	6.117	-0.360	101.96
კვ-11	6.1	-0.367	101.67
კვ-12	6.078	-0.344	101.3
კვ-13	6.097	-0.363	101.61
კვ-14	6.099	-0.365	101.65

მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში ქსელის 0.38კვ დაბვის კვანძებში დაბვის მუშა მნიშვნელობები

სატრანსფორმატორო ქვესადგური	U_{θ} (კვ)	$U_{\theta}^{კვ} / U_{\theta}^{\%}$	ნვბ-ს საფეხური	სიმძლავრის დანაკარგი ΔS (კვტ)
TM400/6(კვანძი1)	6.255	0.392/103.21	0	1.58 + j10.28
TM400/6(კვანძი3)	6.223	0.390/102.67	0	1.57 + j10.21
TM400/6(კვანძი12)	6.078	0.381/100.23	0	1.55 + j9.86
TM100/6(კვანძი5)	6.217	0.390/102.51	0	0.55 + j3.04
TM160/6(კვანძი6)	6.215	0.389/102.38	0	0.74 + j4.62
TM160/6(კვანძი8)	6.123	0.383/100.83	0	0.73 + j4.51
TM160/6(კვანძი10)	6.117	0.382/100.73	0	0.73 + j4.51
TM160/6(კვანძი13)	6.097	0.381/100.4	0	0.726 + j4.49
TM160/6(კვანძი14)	6.099	0.381/100.4	0	0.727 + j4.49

ცხრილებში წარმოდგენილი შედეგები აჩვენებს, რომ როგორც მაქსიმალური, ისე მინიმალური დატვირთვის რეჟიმში მკვებავი 35/6კვ დაბვის ქვესადგურის 6კვ დაბვის სალტეზე შერჩეული მუშა

მაბვეები უზრუნველყოფს მასზე მიერთებული ფიდერის ყველა სამომხმარებლო კვანძში მაბვის სასურველ რეჟიმს, რაც ადასტურებს ზემოთ ჩატარებული ანგარიშების მართებულობას.

დასკვნები.

- ჩიხური ქვესადგურებით მაბვის ცენტრალიზებული რეგულირება პრაქტიკულად განხორციელებადია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ქვესადგურიდან გამავალი თითოეული ფიდერის ჯამური განფენილობის სიგრძე არ აღემატება შესაბამისი საფეხურის მაბვისათვის ზღვრულად დასაშვებ ნიშნულს, რასაც ადგილი აქვს ნაშრომში განხილული მაგალითის შემთხვევაში. თუ ეს პირობა არ სრულდება, მაშინ თითქმის შეუძლებელია ელექტრულად უახლოეს და უშორეს კვანძში მაბვის სასურველი რეჟიმის ერთდროული დამყარება.
- ნაშრომში წარმოდგენილი მეთოდით ქვესადგურის ნაკვ მაბვის სალტეზე მუშა მაბვის ოპტიმალური მნიშვნელობის განსაზღვრის უპირატესობა კლასიკურ მიდგომებთან შედარებით არის ის, რომ ელექტრულად უახლოეს კვანძში დატვირთვის ორივე სახასიათო რეჟიმში დაშვებულია მაბვის ერთი და იმავე პროცენტული მნიშვნელობა, რაც ქსელების ექსპლუატაციის პროცესზე ხანგრძლივი დაკვირვების საფუძველზეა შემუშავებული და მიზნად ისახავს ქსელის სამომხმარებლო კვანძებში ფაქტიური მაბვის ნომინალურთან მაქსიმალურ მიახლოებას.
- ანგარიშის პროცესში გამოთვლილი მაბვის დანაკარგები ქსელის სახასიათო კვანძებამდე მიღებულია ნაკვ მაბვის სალტეზე მაბვის ნომინალურთან ტოლობის დაშვებით, რადგან სწორედ $U_0 =$ ნაკვ-ის დროს მოხდება ქსელის ნაკვ მაბვის კვანძებში მაბვის ბუნებრივი განაწილება, რაც ქსელის ცალკეულ უბნებზე მაბვის დანაკარგის შეფასების თვალსაზრისით ყველაზე ზუსტი შედეგის მომცემია.
- მაბვის ცენტრალიზებული რეგულირებისას მკვებავი ჩიხური ქვესადგურის ნაკვ მაბვის სალტეზე მაბვის ოპტიმალური მუშა მნიშვნელობის განსაზღვრისას გასათვალისწინებელია ძალიან ტრანსფორმატორის მაბვის მარეგულირებელი РПН მოწყობილობის დამატებითი გამომყვანების რაოდენობა და გამომყვანის მაბვის პროცენტული მნიშვნელობა. თუ ძალიან ტრანსფორმატორი ვერ უზრუნველყოფს ანგარიშებით მიღებულ მაბვას, მაშინ უნდა შეირჩეს იმ გამომყვანის მაბვა, რომელიც ყველაზე ახლოსაა გამოთვლებით მიღებულ შედეგთან.

გამოყენებული ლიტერატურა.

1. Ананичева С. С., Шелюг С.Н. Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та 2019. —296 с.
2. Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие - 4-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2014 – 648 с.
3. Глазунов А. А., Глазунов А. А. Электрические сети и системы, М-Л., ГЭИ, 1960, 368 с.

4. Веников В. А., Глазунов А. А., Жуков Л. С., Солдаткина Л. А. Электрические Системы, т.2. Электрические сети. Под ред. В. А. Веникова. М., Высшая школа, 1971, 440 с.
5. Мельников Н. А., Солдаткина Л. А. Регулирование напряжения в электрических сетях, М., Энергия, 1968. 152 с.
6. William H. Kersting. Distribution System Modeling and Analysis, Third edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, 2012.
7. Turan Gonen. Electric Power Distribution Engineering, Third edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, 2014.

Selecting the optimal working value of the voltage at 6kv busbar of the 35/6kv step down dead end substation during centralized voltage regulation

Lasha matchavariani

Akaki Tsereteli State University. Department of Energetics and Telecommunications. PhD student of PhD program, Engineering Technologies and Systems.

Summary. The paper presents procedure for selecting the optimal working value of voltage at 6kv busbar of the 35/6kv step down dead end substation of Kutaisi. In particular: the configuration, distribution and load of the largest feeder coming out of the substation are studied. As a result the electrically nearest and farthest nodes from 6kv busbar of substation are determined and voltage losses up to the above nodes in limit demands are calculated. The percentage of voltage losses is also determined in 6 / 0.38 kV transformers installed in electrically nearest and farthest nodes. In the maximum and minimum load modes, a preliminary assumption is obtained in the 0.38kv characteristic nodes, on the basis of which the optimal value of the working voltage U_{6kv}^{opt} at 6kv busbar of substation is established. The rms value of nodal voltages are determined Via U_{6kv}^{opt} . Based on the obtained nodal voltages, the validity of the methodology presented in the paper is confirmed. The engineering computer program "NEPLAN" is used to calculate the limit modes of the network.

Keywords: *voltage, centralized regulation, node, limit mode, optimal.*