

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რუსუდან დოჭვირი

ელექტრომიმღებების მუშაობის რეჟიმების ქსელზე ზეგავლენის
გამოკვლევა და ახალი ობიექტების მიერთების ტექნიკური
მოთხოვნების დადგენა

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა: “ენერგეტიკა და ელექტროინჟინერია“

შიფრი: 0405

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

ივლისი, 2019 წელი

საავტორო უფლება © 2019 წელი, რუსუდან დოჭვირი

თბილისი

2019 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტი

ჩვენ, ხელისმომწერნი, ვადასტურებთ, რომ გავეცანით რუსუდან დოჭვირის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „ელექტრომიმღებების მუშაობის რეჟიმების ქსელზე ზეგავლენის გამოკვლევა და ახალი ობიექტების მიერთების ტექნიკური მოთხოვნების დადგენა“, და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

ივლისი, 2019

ხელმძღვანელი -----პროფესორი მ. ქობალაია

რეცენზენტი -----

რეცენზენტი -----

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2019

ავტორი: რუსუდან დოჭვირი

თემის დასახელება: ელექტრომიმღებების მუშაობის რეჟიმების ქსელზე ზეგავლენის გამოკვლევა და ახალი ობიექტების მიერთების ტექნიკური მოთხოვნების დადგენა

ფაკულტეტი: ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის

აკადემიური ხარისხი: აკადემიური დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: ივლისი, 2019

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემოთ მოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში, მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის, არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

ელექტრომომარაგების სისტემის ელექტრომომხმარებლის ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და კომპლექსების (ეტდკ), ელექტრომომარაგების სისტემის (ემს) ელექტრული ქსელის ძირითადი და დამხმარე ელექტრომოწყობილობების, ელექტრული პარამეტრების კონტროლისა და ელექტროენერჯის აღრიცხვის, დაცვისა და მართვის სისტემების უსაფრთხო, გამართული და საიმედო მუშაობის უზრუნველყოფის ერთ-ერთ უმთავრეს და აუცილებელ პირობას ელექტრომაგნიტური თავსებადობა (ემთ) წარმოადგენს.

თავის მხრივ, ემთ-ს ელექტრომომხმარებლის ეტდ-ების მიერ წარმოქმნილი და ელექტრული ქსელის ძალოვან ელემენტებში გავრცელებული კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების (კემდ) შედეგად განპირობებული ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების (ეეხმ) დონეები განსაზღვრავს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ახალი ელექტრომომხმარებლების ქსელთან მიერთების მოთხოვნები სრულად უნდა მოიცავდეს, როგორც ელექტრომომხმარებლის, ასევე გამანაწილებელი კომპანიის ინტერესებს და იგი უნდა აკმაყოფილებდეს ელექტრომაგნიტური თავსებადობის პირობების საფუძველზე დადგენილი საერთაშორისოდ მიღებულ ეეხ-ის მაჩვენებლების ნორმებს, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს, როგორც ელექტრომომარაგების ქსელის ძირითადი ელექტრომოწყობილობების, აგრეთვე მომხმარებლების ეტდკ-ების ემთ-ის პირობები.

ელექტრომომარაგების სისტემის (ემს) ქსელში ახალი ობიექტების ჩართვის საკანონმდებლო დოკუმენტების შექმნისას ყოველ ქვეყანას დამოუკიდებელი მიდგომა გააჩნია. შესაბამისად, განსხვავებულია მათ მიერ მიღებული საკანონმდებლო დოკუმენტებით განსაზღვრული, გამანაწილებელი კომპანიის ქსელთან ობიექტების მიერთების მიმართ წაყენებული ძირითადი მოთხოვნების ნუსხა.

ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების მოთხოვნების ძირითადი მიზანია უზრუნველყოფილი იქნეს მომხმარებლის საიმედო, უსაფრთხო და შეუფერხებელი ელექტრომომარაგება. კერძოდ, ელექტრომომხმარებელს მიეწოდოს ნორმალური სიხშირის, სინუსოიდალური ფორმის მრუდის სიმეტრიული ძაბვა. ამავდროულად, განრიდებულ იქნეს ან მაქსიმალურად შეიზღუდოს მომხმარებლის შემადგენლობაში შემავალი ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების (ეტდ) მუშაობის რეჟიმების შედეგად წარმოქმნილი ელექტროდინამიკური პროცესების გავლენა ელექტრომომარაგების ქსელზე. აგრეთვე, მინიმუმამდე იქნეს შემცირებული მომხმარებლის მიერ მოთხოვნილი რეაქტიული სიმძლავრე, რათა განიტვირთოს ელექტრული ქსელის ელემენტები რეაქტიული სიმძლავრის გატარებისაგან. ასევე, სამფაზა მომხმარებლების შემთხვევაში, მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი აქტიური და რეაქტიული დატვირთვების ასიმეტრიულობა. მაქსიმალურად

შეიზღუდოს ქსელის ელემენტებში ეტდ-ებსა და კომპლექსებში მიმდინარე ელექტროდინამიკური პროცესების შედეგად კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების (კემდ) წარმოქმნა და გავრცელება.

ელექტრომომარაგების ქსელთან ახალი ობიექტების მიერთება იწვევს არა მარტო ქსელის კონფიგურაციის ცვლილებას, არამედ გავლენას ახდენს ელექტროგადამცემ და ელექტროგამანაწილებელ ქსელში ჩართული მოწყობილობა-დანადგარების მუშაობის რეჟიმებზე და მათ ტექნიკურ პარამეტრებზე. დიდი მნიშვნელობა აქვს იმის გარკვევას, თუ ახალი მომხმარებლების მხრიდან რა ტიპის, რომელი მოქმედების პრინციპზე დაფუძნებული, როგორი მუშაობის რეჟიმებზე დაფუძნებული და რა ტექნიკური მახასიათებლების დანადგარების ჩართვა ხდება ელექტრომომარაგების ქსელში, რათა თავიდანვე სწორად იქნას შერჩეული ის ტექნიკური მოწყობილობები, რომელთა გამოყენებითაც შესაძლებელი იქნება ახალი მომხმარებლის მიერ მოთხოვნილი სიმძლავრის უზრუნველყოფა. აღნიშნულის ცოდნა საშუალებას მოგვცემს შევინარჩუნოთ ელექტროგადამცემი ქსელის გამართული მუშაობისათვის წაყენებული მოთხოვნები და შესაბამისად შევინარჩუნოთ მომხმარებელთა ელექტრომომარაგების ხარისხის განმსაზღვრელი მახასიათებლები.

დადგენილია, რომ თითოეულ ელექტრომომხმარებელს ელექტრომომარაგების ქსელისადმი, ელექტრომომარაგების საიმედოობისა და მიწოდებული ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების მიმართ ურთიერთ განსხვავებული მოთხოვნები გააჩნია და ისინი მთლიანად დამოკიდებულია მომხმარებლის შემადგენლობაში შემავალი ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და კომპლექსების კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების მიმართ მგრძობიარობასა და მდგრადობაზე, რომელიც ელექტრომომხმარებლის ელექტრომომარაგების საიმედოობის კატეგორიის განსაზღვრის ერთ-ერთ ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს.

გამოკვლეულია დიდი სიმძლავრის ფართოდ გავრცელებული „აგრესიული ხასიათის“ ეტდ-სა და კომპლექსების მუშაობის რეჟიმები და მათი მიერთების შედეგად ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტებში განვითარებული ელექტრომაგნიტური დინამიკური პროცესები. განისაზღვრულია ეტდ-ის მიერ ქსელის ელემენტებში წარმოქმნილი ემდ-ის ხასიათი და პარამეტრები. დადგენილია ემდ-ბის გავლენა გამანაწილებელი კომპანის ელექტრული ქსელის გამანაწილებელი მოწყობილობის სალტებზე ეეხმ-ის დონეებზე და ეეხმ-ის შესაბამისობა ელექტრომაგნიტური თავსებადობის საფუძველზე დადგენილ ნორმატივებთან.

ელექტრომომარაგების სისტემის ელექტრულ ქსელთან ახალი ობიექტის მიერთებისათვის, ელექტრომომხმარებელმა უნდა წარმოადგინოს, არა ემთ-ობით გათვალისწინებული ნუსხით დადგენილი ყველა ეეხმ-ის მაჩვენებლებისა და კემდ-ბის მოთხოვნების დადგენილ ნორმატიულთან შესაბამისობის დამადასტურებელი დოკუმენტები, არამედ მხოლოდ ნაწილი, მომხმარებლის ეტდ-დან გამომდინარე.

ინდივიდუალური მოთხოვნების ნუსხის განსაზღვრას საფუძვლად უნდა დაედოს ელექტრომომხმარებლის შემადგენლობაში შემავალი ეტდ-სა და კომპლექსების მოქმედების პრინციპებისა და მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევის შედეგები. კერძოდ, უნდა დადგინდეს ეტდ-ების მოქმედების პრინციპები, მუშაობის რეჟიმები და განისაზღვროს რომელი სახის კემდ-ბის წარმოქმნაა მოსალოდნელი.

ელექტრული ქსელის ელემენტების პარამეტრების გათვალისწინებით, განსაზღვრული უნდა იქნას ახალი ობიექტის მიერთების შედეგად წარმოქმნილი კემდ-ბის დონე, როგორი იქნება ეებ-ის მაჩვენებლები და დადგინდეს მათი საერთაშორისოდ მიღებულ ნორმებთან შესაბამისობა.

ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მოქმედების პრინციპებსა და ძალოვან წრედებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური და ელექტრომექანიკური დინამიკური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი დაბრკოლებების გამოკვლევის საფუძველზე, ეტდკ-ები, ქსელზე ზეგავლენის თვალსაზრისით, მიზანშეწონილია პირობითად დავყოთ სამ ჯგუფად: მშვიდი, აქტიური და აგრესიული ხასიათის.

ელექტრომომხმარებლების ელექტრომომარაგების ქსელზე ზეგავლენის შედეგების შეფასების საფუძველზე, ახალი ობიექტების ქსელთან მიერთების პირობები მიზანშეწონილია წარმოადგენილი იქნეს ოთხი: I, II, III და IV მოთხოვნათა პაკეტის საშუალებით. შემოთავაზებულია პაკეტის დადგენის გამარტივებული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ეტდკ-ის ჯგუფის სიმძლავრეთა მომხმარებლის ჯამურ სიმძლავრეში მონაწილეობის პრინციპზე და განისაზღვრება ცალკეული ეტდკ-ების ჯგუფებისათვის ზეგავლენის კოეფიციენტების საშუალებით.

Abstract

Electromagnetic compatibility (EMC) is one of the most important and essential conditions to ensure the safe, well-maintained and reliable operation of electric power, supply system, power user, electrical technological equipment and complexes (ATCs), main and supporting electrical equipment of the electrical power supply system(EMS), control of electrical parameters, and electrical signaling.

In turn, levels determine the power quality indicators (EKK), which are due to the result of the electromagnetic constraints (KEM) that are generated by MT power consumers, and the power grid elements of the electrical network.

Based on the above, the requirements for accession to the new power consumers should include the interests of the electric consumer as well as the distribution company. It must meet the norms of internationally accepted EEC indicators based on the conditions of electromagnetic compatibility in order to ensure the basic electrical equipment of the power supply network as well as the customers' MTC's MTM.

Each country has an independent approach while creating legislative documents for joining new facilities in the power supply system (EM) network. Accordingly, the list of basic requirements for attaching objects to the distribution company are defined by the legislative documents adopted by them.

The main purpose of connecting new facilities to the power supply network is to provide consumer secure and uninterrupted power supply to the user. Specifically, the electromagnetic user will be given a symmetric voltage of normal frequency of sinusoidal curve. At the same time, maximize the impact of electrodynamic processes produced in the electrical power grid that resulted in the work of electrical equipment (electrical) in the consumer. Also, minimize the reactive power required by the user to reduce the electrical network elements from reactive power. Also, in case of three-phase power users, the asymmetry of active and reactive loads should be minimized and restrict the formation and dissemination of conventional electromagnetic barriers (KEM) as a result of electrodynamic processes in the ETF and complexes in the network elements. Connecting new objects with the power supply network will not only affect the network configuration, but also affect the working modes of the equipment and the technical parameters involved in the electrical power and electrical distribution network. It is important to find out what types of action the new users are based on, what kind of operating systems are based on and what technical features are involved in the power supply network, in order the technical equipment to be properly selected what will be used to ensure the capacity of the new user. This knowledge will allow us to maintain the requirements of the power transmission network and therefore maintain the characteristics of consumers' power supply quality.

It is established that each electric consumer has different requirements for the power supply network, reliability of power supply and quality of electricity delivered. They are entirely dependent on the sensitivity and sustainability of conventional electromagnetic barriers to the electrical equipments and complexes within the consumer, which is one of the main indicators of the electro-consumer reliability category. The methods of working with the broader "aggressive" AT & T complexes of large power are investigated and their electromagnetic dynamic processes developed in elements of power supply network as a result of their joining. The Character and Parameters of EMD are formed in the network elements by AT. The influence of EMD has been established. The impact of EMD has been established on the electric power grid switching equipments of the distribution company at EKM levels and the EKM's compliance with the standards set out on electromagnetic compatibility.

To access the new facility with the electric power supply network, the electric consumer must present not all the indicators specified by the list provided by all the eclipse indicators and the requirements to confirm the compliance of the requirements of the KEMD with the established normative, but only part of the user, based on the ATT.

Considering the parameters of the electrical network elements, the level of the KEM is generated as a result of the joining of a new facility, what will be the EKE indicators and to determine their compliance with internationally accepted norms.

On the basis of the study of the obstacles that have arisen as a result of electromagnetic and electromechanical dynamic processes in the principles of the action of electro-technological equipment and power circuits, the ATCs in terms of impact on the network are recommended to be divided into three groups: calm, active, and aggressive. Based on the assessment of impacts on the power supply network of electricity consumers, the terms of access to the new facilities network are recommended for four: I, II, III and IV Requirements Package. The simplest method of setting up the package is a method based on the principle of participation in the capacity of the ATC Group's power consumers and is determined by the individual STDs through the impact coefficients.

შინაარსი

88

შესავალი	15
ლიტერატურის მიმოხილვა.....	21
თავი I. ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებული მოთხოვნების გამოკვლევა და შეფასება.....	24
1.1. ახალი მომხმარებლის ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთებისათვის არსებული მოთხოვნების მიმოხილვა მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის მაგალითზე.....	24
1.2. ახალი მომხმარებლის ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთების მსოფლიო პრაქტიკა	29
1.3. ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების მოთხოვნების გამოკვლევა და ოპტიმალური ნუსხის განსაზღვრა ელექტრომომხმარებლების ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების გათვალისწინებით	43
თავი II. მომხმარებლების ელექტროდანადგარების და ელექტრომოწყობილობების გავლენა ელექტრომომარაგების ქსელზე	49
2.1. მომხმარებელთა ელექტროდანადგარების მუშაობის რეჟიმებით გამოწვეული გადახრები ელექტრომომარაგების ქსელში	49
2.2. ძაბვის გადახრების ზემოქმედება ელექტრომიმღებების მუშაობაზე..	54
თავი III. ელექტრომომხმარებელთა მიერ ქსელში ჩართვის ნებართვის მიღებისადმი წაყენებული მოთხოვნების დიფერენცირებული ნუსხის დამუშავება	62
3.1. ახალი ელექტრომომხმარებლების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების ცალხაზოვანი სქემებისადმი წაყენებული მოთხოვნები და შერჩევის პირობები	64
3.2. ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მიერ ელექტრომომარაგების ქსელში გავრცელებული კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების გავლენა ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლებზე.....	70

3.3. ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების ქსელზე ზეგავლენის მიხედვით გამოკვლევა და ახალი ელექტრომომხმარებლების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთებისათვის მოთხოვნებთა პაკეტების განსაზღვრა.....	75
დასკვნები.....	83
გამოყენებული ლიტერატურა.....	85
დანართები.....	90

ცხრილების ნუსხა

83.

- ცხრილი 1.** მაღალი რიგის ჰარმონიკების, ძაბვის რხევის, ძაბვის გადახრის, ძაბვის ასიმეტრიის, ცვლადი დენის ძირითადი სიხშირის ცვლილები 47
- ცხრილი 2.** ნორმალურ პირობებში ძაბვის დასაშვები გადახრა სხვადასხვა ნომინალური ძაბვისათვის..... 62
- ცხრილი 3.** ავარიული სიტუაციის შემდგომ ძაბვის დასაშვები გადახრა 63
- ცხრილი 4.** ელექტრორკალური სადნობი ღუმელების ძაბვის მახასიათებლების ცვლილება..... 74

ნახაზების ნუსხა

83.

- ნახ. 1.** ვარვარის ნათურების მახასიათებლები: 1 - სინათლის ნაკადი, 2 - შუქგაცემა, 3 - მომსახურების ვადა (ციფრები ორდინატაზე მრუდებისათვის 1 და 2) 56
- ნახ. 2.** ელექტრული დატვირთვების სტატისტიკური მახასიათებლები: 1 - ქალაქის კომბინატი, $\cos\varphi = 0,92$; 2 - ლითონგადამამუშავებელი ქარხანა, $\cos\varphi = 0,93$; 3 - საფეიქრო ფაბრიკა, $\cos\varphi = 0,77$ 60
- ნახ. 3.** ქალაქის კომპლექტური სატრანსფორმატორო ქვესადგური ტიპიური ცალხაზოვანი სქემა 66
- ნახ. 4.** 0,4 კვ ძაბვის არსებული და საპროექტო საჰაერო გადამცემი ხაზის და აღრიცხვის კვანძის სქემა..... 67
- ნახ. 5.** საცხოვრებელი კომპლექსის 0,4 კვ ძაბვის ელექტრომომარაგების ელექტრომომარაგების და ინდივიდუალური აღრიცხვის კვანძების ცალხაზოვანი სქემა 67
- ნახ. 6.** 6/0,4 კვ ძაბვის ქ.კ.ს.ქ. - ის საპროექტო ელექტრომომარაგების და 0,4 კვ ძაბვის ინდივიდუალური აღრიცხვის კვანძების ცალხაზოვანი სქემა 68
- ნახ. 7.** კერძო სახლის (კოტეჯის) ელექტრომომარაგების და ინდივიდუალური აღრიცხვის კვანძების ცალხაზოვანი სქემა. 69
- ნახ. 8.** მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის ელექტრომომარაგების და ინდივიდუალური აღრიცხვის კვანძების ცალხაზოვანი სქემა. 69

გამოყენებული აბრევიატურები

ემს – ელექტრომომარაგების სისტემა;

ეტდ - ელექტროტექნოლოგიური დანადგარები;

ემთ - ელექტრომაგნიტური თავსებადობა;

ეტდკ - ელექტროტექნოლოგიური დანადგარები და კომპლექსები;

კემდ - კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლება;

ეეხმ - ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებელი;

აეა - ასინქრონული ელექტროამძრავი;

ერსლ - ელექტრორკალური სადნობი ლუმელები;

ტიბ- ტექნიკური ინვენტარიზაციის ბიურო;

მადლიერება

დიდ მადლობას ვუხდით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის „ელექტრომომხმარების ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის ყველა აკადემიურ და დამხმარე პერსონალს სადისერტაციო ნაშრომზე მუშაობისას გაწეული დახმარებისათვის. განსაკუთრებით დეპარტამენტის დამხმარე პერსონალს „Sedmax“-ის და „ელექტრული განათების“ სასწავლო-სამეცნიერო ლაბორატორიების სტენდებზე ექსპერიმენტული გამოკვლევების ჩატარებაში გაწეული დახმარებისათვის.

აგრეთვე, უღრმესი მადლიერებით მინდა ავღნიშნო სტუ-ს ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სასწავლო ცენტრ „შნეიდერ ელექტრიკ – თელასის“ თანამშრომლების, განსაკუთრებით კი მთავარი სპეციალისტის რევაზ გურგენაძის მიერ სადისერტაციო ნაშრომის გაფორმებაში გაწეული დახმარება.

შესავალი

აღსანიშნავია, რომ ელექტრომომარაგების ქსელთან ახალი ობიექტების მიერთება იწვევს არა მარტო ქსელის კონფიგურაციის ცვლილებას, არამედ გავლენას ახდენს ელექტროგადამცემ და ელექტროგამანაწილებელ ქსელში ჩართული მოწყობილობა-დანადგარების მუშაობის რეჟიმებზე და მათ ტექნიკურ პარამეტრებზე. დიდი მნიშვნელობა აქვს იმის ცოდნას, თუ ახალი მომხმარებლების მხრიდან რა ტიპის და ტექნიკური მახასიათებლების დანადგარების ჩართვა ხდება ელექტრომომარაგების ქსელში, რათა თავიდანვე სწორად იქნას შერჩეული ის მოწყობილობები, რომლის გამოყენებითაც შესაძლებელი იქნება ახალი მომხმარებლის მიერ მოთხოვნილი სიმძლავრის უზრუნველყოფა. აღნიშნულის ცოდნა საშუალებას მოგვცემს შევინარჩუნოთ ელექტროგადამცემი ქსელის გამართული მუშაობისათვის წაყენებული მოთხოვნები და შესაბამისად შევინარჩუნოთ მომხმარებელთა ელექტრომომარაგების ხარისხის განმსაზღვრელი მახასიათებლები.

ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ თანდათანობითი ეკონომიკური განვითარება თანამედროვე პირობებში მოითხოვს ხელმისაწვდომი საინჟინრო ინფრასტრუქტურის არსებობას, კერძოდ, გამანაწილებელი ელექტროქსელური კომპლექსის ტექნოლოგიურ ინფრასტრუქტურას, რომელიც წარმოადგენს საჰაერო და საკაბელო ელექტროგადამცემი ხაზებისა და სატრანსფორმატორო ქვესადგურების ერთობლიობას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ელექტროენერჯის გადაცემასა და განაწილებას უშუალოდ საბოლოო მომხმარებლებზე.

ენერგეტიკული ინფრასტრუქტურის ხელმისაწვდომობა, ხარისხიან სახელმწიფო ინსტიტუტებთან და საგადასახადო სისტემასთან, აგრეთვე კვალიფიციური სამუშაო ძალების არსებობასთან ერთად, წარმოადგენს ქვეყანაში სამეწარმეო კლიმატის განმსაზღვრელ ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს, რომელიც საბოლოო ჯამში აყალიბებს ქვეყნის

კონკურენტუნარიანობას გლობალურ საინვესტიციო ბაზარზე. ენერგეტიკული ინფრასტრუქტურის ხელმისაწვდომობის ძირითადი მახასიათებლებია ყველა საჭირო პროცედურის გავლის ვადები და მიერთების ღირებულება მომხმარებლისათვის.

სახელმწიფო პოლიტიკის ვექტორის ფორმირების თვალსაზრისით, საინტერესოა საქართველოს და უცხოეთის რეგულატორების მიერ მოცემული სფეროს რეგულირებისას გამოყენებული შედარებითი ანალიზი და ელექტროქსელური კომპლექსის რეგულირებასთან დამოკიდებულებაში მიდგომებისა და პრინციპების სისტემატიზაცია ტექნოლოგიური მიერთების ნაწილში.

ყოველ ელექტრომომხმარებლებს ელექტრომომარაგების ქსელისადმი, ელექტრომომარაგების საიმედოობისა და მიწოდებული ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების მიმართ ურთიერთ განსხვავებული მოთხოვნები გააჩნიათ და იგი მთლიანად დამოკიდებულია მომხმარებლის შემადგენლობაში შემავალი ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და კომპლექსების კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების მიმართ მგრძობიარობასა და მდგრადობაზე, რომელიც ელექტრომომხმარებელის ელექტრომომარაგების საიმედოობის კატეგორიის განსაზღვრის ერთ-ერთ ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანია, ყველაზე უფრო ფართოდ გავრცელებული ეტდკ-ებისათვის, მათი მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევის საფუძველზე, განისაზღვროს მათ მიერ წარმოქმნილი და გავრცელებული ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების ქსელზე ზეგავლენა, დადგინდეს ქსელზე მიერთების მოთხოვნათა პაკეტის რამდენიმე ვარიანტი და დამუშავდეს კონკრეტულ ობიექტისათვის კონრეტული მოთხოვნათა პაკეტის შერჩევის მეთოდოლოგია.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზნის მისაღწევად დაისახა შემდეგი ამოცანები:

- გამოკვლევულ იქნეს ელექტრომომხმარებლებში ფართოდ გამოყენებული საშუალო და დიდი სიმძლავრის ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და კომპლექსების მუშაობის რეჟიმები, დადგენილ იქნეს მათ მიერ ემს-ის ქსელის ელემენტებში განვითარებული ელექტრომაგნიტური დინამიკური პროცესები, მათ მიერ ქსელის ელემენტებში წარმოქმნილი და გავრცელებული კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებები.

- ძირითადი ეტდკ-ებსა და დამხმარე მექანიზმების ელექტრომექანიკურ სისტემებში მიმდინარე პროცესების გამოკვლევის საფუძველზე განისაზღვროს ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების ელექტრომომარაგების ქსელზე ზემოქმედების ხასიათი და დონე, მოხდეს მათი სხვადასხვა ჯგუფებში გაერთიანება, ქსელზე ზემოქმედების ხასიათისა და სიძლიერის (დონის) მიხედვით.

- ახალი ელექტრომომხმარებლის ქსელში ჩართვამდე, წინასწარ იქნეს დადგენილი და შეფასებული მათი მიერთების შედეგად ქსელის ელემენტებში ყველა მოსალოდნელი ელექტრომაგნიტური პროცესების განვითარება, რა სახის და პარამეტრების კემდ-ები წარმოიქმნება და გავრცელდება ქსელის ძალოვან ელემენტებში.

- ექსპერიმენტული გამოკვლევების საფუძველზე, დადგინდეს რა ზეგავლენას მოახდენს ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების ელექტრომაგნიტური პროცესები ელექტრომომარაგების ქსელის გამანაწილებელი მოწყობილობის სალტებთან მიერთებული სხვა მომხმარებლების მიწოდებული ძაბვის სტატიკურ და დინამიკურ მაჩვენებლებზე.

- ახალი ელექტრომომხმარებლის ქსელში ჩართვამდე, წინასწარ იქნეს დადგენილი ახალი ობიექტის ქსელთან მიერთების შედეგად განვითარებული ელექტროდინამიკური პროცესები და შეფასებული მიერთების შედეგად დადგენილ იქნეს მათი ქსელზე ახალი ობიექტების მიერთების მოთხოვნების დიფერენცირებული პაკეტი.

- ელექტრომომხმარებლის ეტდკ-ების ელექტრომომარაგების ქსელზე ზეგავლენის ჯგუფის დადგენის საფუძველზე, დამუშავებული იქნეს ახალი ობიექტის ქსელთან მიერთების მიმართ წაყენებული ინდივიდუალური მოთხოვნების ოპტიმალური პაკეტის განსაზღვრის მეთოდოლოგია.

სადისერტაციო ნაშრომის შესრულებისას გამოყენებულია:

- ელექტრომომხმარებლებში ფართოდ გავრცელებული „მშვიდი, აქტიური და აგრესიული“ ეტდკ-ების მუშაობის რეჟიმებისა და მათი ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების შედეგად განვითარებული ელექტრომაგნიტური დინამიკური პროცესების, ქსელის ელემენტებში წარმოქმნილი გავრცელებული ემდ-ის ექსპერიმენტული გამოკვლევები ჩატარებულია სტუ-ს ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის „ელექტრომომხმარებლის ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის „ელექტროენერჯის აღრიცხვის და ხარისხის“ ლაბორატორიის „ელექტრომომარაგების ქსელის დატვირთვების ფიზიკურ მოდელზე“.

- ეტდკ-ების მუშაობის რეჟიმებისა და მათი ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების შედეგად განვითარებული ელექტრომაგნიტური დინამიკური პროცესების, ქსელის ელემენტებში წარმოქმნილი გავრცელებული ემდ-ის ექსპერიმენტული გამოკვლევები „ელექტრომომარაგების ქსელის დატვირთვების ფიზიკურ მოდელზე“ ექსპერიმენტული გამოკვლევების ჩატარებისას პარამეტრების კონტროლი და პროცესების გრაფიკული ჩაწერა განხორციელდა კომპანია „SATECH“-ის მიერ წარმოებული ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების კონტროლის ანალიზატორების ბაზაზე კომპანია “SEDMAX“-ის მიერ შექმნილი ლაბორატორიული სტენდის საშუალებით.

სადისერტაციო ნაშრომში გამოკვეთილია ისეთი სამეცნიერო სიახლეები როგორცაა:

- ელექტრომომხმარებელთა ეტდკ-ების მუშაობის რეჟიმებისა და განვითარებული ელექტრომაგნიტური დინამიკური პროცესების შედეგად, ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტებში წარმოქმნილი

ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების ხასიათის გამოკვლევისა და მათი ელექტრომომარაგების სისტემის ელემენტებზე, სისტემაში ჩართული სხვა მომხმარებელთა ტექნოლოგიურ დანადგარებზე და ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლებზე გამოვლენილი ზემოქმედების შეფასების საფუძველზე, შემოთავაზებულია ეტდკ-ების სამ სახასიათო ჯგუფად **მშვიდი, აქტიური და აგრესიული** ხასიათის ჯგუფებად დაყოფა, ახალი ელექტრომომხმარებლების ქსელში ჩართვის პირობების განსაზღვრისათვის.

- ელექტრომომხმარებლების ეტდკ-ების ელექტრომომარაგების ქსელზე ზეგავლენის ჯგუფების ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგების ანალიზისა და შეფასების საფუძველზე, დამუშავებულია ახალი ობიექტების გამანაწილებელ ქსელთან მიერთების პირობების განსაზღვრის დიფერენცირებული მეთოდი, რომელსაც საფუძვლად უდევს ოთხი: I, II, III და IV მოთხოვნათა პაკეტი.

- ნაშრომში, დამუშავებულია ახალი ობიექტის ქსელთან მიერთების მოთხოვნათა პაკეტის ვარიანტის დადგენის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ეტდკ-ის ჯგუფის სიმძლავრეთა მომხმარებლის ჯამურ სიმძლავრეში მონაწილეობის პრინციპზე და განისაზღვრება ცალკეული ეტდკ-ების ჯგუფებისათვის ზეგავლენის კოეფიციენტების საშუალებით.

ზემოაღნიშნულია გამომდინარე სადისერტაციო ნაშრომს აქვს მნიშვნელოვანი პრაქტიკული გამოყენება და ღირებულებები:

- გამარტივებულია ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების საორგანიზაციო პროცედურები, რადგან მიერთების მსურველმა მომხმარებელმა გამანაწილებელ კომპანიას უნდა წარმოუდგინოს, არა საერთაშორისო ნორმების ნუსხით დადგენილი ყველა ეეხ-ის მაჩვენებლებისა და კემდ-ბის მოთხოვნების შესაბამისობის დამადასტურებელი დოკუმენტები, არამედ მხოლოდ ნაწილი, მომხმარებლის ეტდ-დან თავისებურებიდან გამომდინარე.

- ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების პირობების ავტორის მიერ ნაშრომში დამუშავებული დიფერენცირებული მეთოდით დადგენილი მოთხოვნათა პაკეტის საფუძველზე მომზადებული დოკუმენტური მასალა, უზრუნველყოფს ობიექტის ეტდკ-ების მიერ ქსელში მოსალოდნელი ელექტროდინამიკური პროცესების განვითარების შემცირებას. შესაბამისად, იგი უზრუნველყოფს ელექტრომომარაგების ქსელისა და ქსელთან მიერთებული სხვა ელექტრომომხმარებლების ეტდკ-ების ელემენტებში ელექტრომაგნიტურ დაბრკოლებების წარმოქმნისა და გავრცელების შეზღუდვას, ელექტრომაგნიტური თავსებადობით გათვალისწინებული ნორმის ფარგლებში.

- ავტორის მიერ, ნაშრომში შემოთავაზებული მეთოდით განსაზღვრული ახალი ობიექტის მიერ გამანაწილებელი კომპანიისადმი წაყენებული მოთხოვნების საფუძველზე შედგენილი ელექტრულ ქსელში განსახორციელებელი სქემატური და სხვა ტექნიკური გასათვალისწინებელი ღონისძიებების პრაქტიკული რეალიზაცია, უზრუნველყოფს ახალი ობიექტის ეტდკ-ების ქსელზე ზემოქმედების შემცირებას, ელექტროენერჯის (მაბვის) მაჩვენებლების გაუმჯობესებას გამანაწილებელი მოწყობილობის სალტეებზე და ელექტრომომარაგების საიმედოობის ამაღლებას, როგორც ქსელთან მიერთებული ახალი ობიექტის, აგრეთვე სხვა ელექტრომომხმარებლებისა.

ლიტერატურის მიმოხილვა

თანამედროვე ელექტრომიმღებებში სულ უფრო და უფრო ფართოდ ინერგება ახალი ტექნოლოგიები, რომელთა მართვის სისტემები უშუალოდაა დაკავშირებული დატვირთვის დენის ფორმის დამახინჯებასა და ელექტრომომარაგების ქსელში განვითარებული ელექტრიდინამიკური პროცესების წარმოქმნასთან. შესაბამისად, სისტემატურად იზრდება მათ მიერ ელექტრომომარაგების ქსელის მიერ მიერთებისადმი წაყენებული მოთხოვნები, როგორც გადამცემ, ასევე ელექტრომომარაგების გამანაწილებელ ქსელზე, სხვადასხვა სიმძლავით და ძაბვის სხვადასხვა საფეხურზე. მომხმარებელთა მოთხოვნების, ანუ მათ მიერ მოთხოვნილი სიმძლავეების ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთების პროცედურების გამარტივება, რომელიც ქვეყანაში ბიზნესის კეთების რეიტინგის შეფასების ერთ-ერთ ძირითად კრიტერიუმს წარმოადგენს, ელექტრომომარაგების სისტემის მფლობელთა მთავარ ამოცანას წარმოადგენს. აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით წლების განმავლობაში სხვადასხვა ქვეყნის მარეგულირებელი ორგანოების და მეცნიერ მუშაკების მიერ ჩატარებული იქნა კვლევები, რომელთა საფუძველზეც ეტაპობრივად იხვეწებოდა მომხმარებელთა ელექტროდანადგარების ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთების წესები.

მომხმარებელთა ელექტროდანადგარების და ელექტრომოწყობილობების ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთების პროცედურების გამარტივებასთან ერთად აუცილებელი ფაქტორია ელექტრომომარაგების ქსელის კონფიგურაციის შერჩევა და ელექტრომომარაგების ქსელზე მისაერთებელი მოწყობილობა-დანადგარების გავლენის შესწავლა არსებულ ქსელზე, რომელიც ასევე ერთ-ერთი აუცილებელი გასათვალისწინებელი ფაქტორია შესაბამისი წესების დამუშავების პოცესში. აღნიშნული ფაქტორის შესწავლას დათმობილი აქვას მრავალი მეცნიერის მიერ ჩატარებული კვლევები.

საქართველოში მოქმედ „ელექტროენერჯის (სიმძლავრის) მიწოდებისა და მოხმარების წესებში“, რომელიც პირველად დამტკიცებული იქნა 2008 წლის 18 სექტემბერს, ზემოთ აღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით განხორციელდა მრავალი ცვლილება, თუმცა დღეს არსებული რედაქცია სრულყოფილად არ იძლევა ყველა ზემოთ აღნიშნული მოთხოვნის დაკმაყოფილების საშუალებას [2].

მომხმარებლის ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობებისადმი წაყენებული ტექნიკური მოთხოვნები მოყვანილია საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის 2014 წლის 17 აპრილის №10 დადგენილებაში „ქსელის წესების“ დამტკიცების შესახებ, რომელიც საჭიროებს დამუშავებას ევროპული სტანდარტების მოთხოვნების გათვალისწინებით [1].

სხვადასხვა ქვეყნის მარეგულირებელი ორგანოების მიერ მომხმარებელთა მიერ მოთხოვნილი სიმძლავრების ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთების წესებში, მიერთების პროცედურების გამარტივებისათვის წლების განმავლობაში შეტანილი იქნა გარკვეული ცვლილებები, რომლებიც დღეის მდგომარეობით საჭიროებს დამატებით რეფორმას. ასევე აღნიშნული წესების ფარგლებში დამუშავებული იქნა ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთების ტარიფის გაანგარიშების და დადგენის მეთოდები [3, 7- 17].

აღსანიშნავია, რომ ბევრი წამყვანი მეცნიერის ნაშრომი მიძღვნილია მომხმარებელთა ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და კომპლექსების მიერ ელექტრომომარაგების ქსელზე გავლენის საკითხების შესწავლასადმი [4-6, 18-24].

ყოველივე ზემოთ განხილულიდან გამომდინარე მომხმარებელთა ელექტროდანადგარების გამანაწილებელ ქსელზე მიერთების წესების და პროცედურების სრულყოფისათვის აუცილებელია შესწავლილი და დამუშავებული იქნას შემდეგი საკითხები:

- ქ. თბილისის ელექტრომომხმარებლების ტიპიური ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მუშაობის რეჟიმებით გამოწვეული დატვირთვის დენის დამახინჯების ხარისხის შესწავლა, შეფასება და ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტებსა და სხვა მომხმარებლებზე ზეგავლენის პარამეტრების დადგენა;
- ელექტრომომხმარებლების მიერ, ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მუშაობის რეჟიმებისა და ელექტრომომარაგების საიმედოობის კატეგორიით განპირობებული, ელექტრომომარაგების ქსელისადმი წაყენებული მოთხოვნების დადგენა;
- ცალკეული ელექტრომომხმარებლებისათვის ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების ტექნიკური მოთხოვნების ნუსხის განსაზღვრის მეთოდის დამუშავება, ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების ქსელის ელემენტებსა და სხვა მომხმარებლებზე ზეგავლენისა და ელექტრომომხმარებლების ელექტრომომარაგების ქსელისადმი წაყენებული მოთხოვნების გათვალისწინებით;

თავი I. ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებული მოთხოვნების გამოკვლევა და შეფასება

1.1. ახალი მომხმარებლის ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთებისათვის არსებული მოთხოვნების მიმოხილვა მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის მაგალითზე

თანდათანობითი ეკონომიკური განვითარება თანამედროვე პირობებში მოითხოვს ხელმისაწვდომი საინჟინრო ინფრასტრუქტურის არსებობას, კერძოდ, გამანაწილებელი ელექტროქსელური კომპლექსის ტექნოლოგიურ ინფრასტრუქტურას, რომელიც წარმოადგენს საჰაერო და საკაბელო ელექტროგადამცემი ხაზებისა და სატრანსფორმატორო ქვესადგურების ერთობლიობას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ელექტროენერჯის გადაცემასა და განაწილებას უშუალოდ საბოლოო მომხმარებლებზე.

ენერგეტიკული ინფრასტრუქტურის ხელმისაწვდომობა, ხარისხიან სახელმწიფო ინსტიტუტებთან და საგადასახადო სისტემასთან, აგრეთვე კვალიფიციური სამუშაო ძალების არსებობასთან ერთად, წარმოადგენს ქვეყანაში სამეწარმეო კლიმატის განსაზღვრელ ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს, რომელიც საბოლოო ჯამში აყალიბებს ქვეყნის კონკურენტუნარიანობას გლობალურ საინვესტიციო ბაზარზე. ენერგეტიკული ინფრასტრუქტურის ხელმისაწვდომობის ძირითადი მახასიათებლებია ყველა საჭირო პროცედურის გავლის ვადები და მიერთების ღირებულება მომხმარებლისათვის.

სახელმწიფო პოლიტიკის ვექტორის ფორმირების თვალსაზრისით, საინტერესოა საქართველოს და უცხოეთის რეგულატორების მიერ მოცემული სფეროს რეგულირებისას გამოყენებული შედარებითი ანალიზი და ელექტროქსელური

კომპლექსის რეგულირებასთან დამოკიდებულებაში მიდგომებისა და პრინციპების სისტემატიზაცია ტექნოლოგიური მიერთების ნაწილში.

რეგულირების ძირითადი პრინციპები

ინფრასტრუქტურული დარგების რეგულირებაზე მიმართული თანამედროვე სამეცნიერო მიდგომები, მათ შორის, ელექტროქსელებზე ტექნოლოგიური მიერთების სფეროში ელექტროქსელური კომპანიების საქმიანობის რეგულირებასთან მიმართებაში, ეფუძნება დასარეგულირებელი ორგანიზაციების ეფექტური ფუნქციონირების უზრუნველყოფაზე მიმართული რეგულირების ორ საბაზისო პრინციპს:

- **პირველი პრინციპი** ეფუძნება საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, მეწარმე პირებს შორის ურთიერთობების დარეგულირების ყველაზე უფრო ეფექტურ ინსტრუმენტზე კონკურენციას.
- **მეორე პრინციპი** ემყარება მომსახურების მომხმარებლების ან მომწოდებლების ინტერესების უფლებების დარღვევის (დისკრიმინაცია) რისკების ნიველირების აუცილებლობას, რომელსაც ადგილი აქვს ბუნებრივ-მონოპოლიურ ბაზრებზე.

პირველი პრინციპი:

პირველი პრინციპის გამოყენება უზრუნველყოფს ინფრასტრუქტურული ორგანიზაციების სტიმულირებას ხარჯების შემცირების, საკუთარი საინვესტიციო პროგრამების ოპტიმიზაციის და ინფრასტრუქტურის ობიექტების ეფექტური გამოყენების (დატვირთვის) ამაღლების გზით.

ელექტროქსელებზე მომხმარებლების ტექნოლოგიურ მიერთებასთან დაკავშირებული საქმიანობის რეგულირებასთან მიმართებაში ყველაზე უფრო დიდი ინტერესის საგანს წარმოადგენს საინვესტიციო პროგრამების ეფექტურობის ამაღლება და მათი რეალიზაციისათვის მოზიდული ფინანსური სახსრების ღირებულების მინიმალიზაცია.

ამასთან დაკავშირებით, რეგულირების პრაქტიკაში ძირითად ტენდენციებს წარმოადგენენ საინვესტიციო შემადგენლის შემცირება ტექნოლოგიური მიერთების მომსახურების ღირებულებაში მისი ჩართვითა და კაპიტალის ბაზარზე საჭირო საინვესტიციო სახსრების მოზიდვისათვის აუცილებელი პირობების შექმნით.

მეორე პრინციპი:

ტექნოლოგიურ მიერთებასთან დაკავშირებული საქმიანობის სახელმწიფო რეგულირების პოლიტიკის შემუშავების მიზნით, აუცილებელია მოცემულ სეგმენტში არსებული ორი ძირითადი სახის დარღვევის გათვალისწინება:

ა) მომხმარებელთა უფლებების დარღვევა, რომელიც უკავშირდება ტექნოლოგიური მიერთების გადასახადის არსებობას და რომელიც წარმოადგენს მომხმარებლის მიერ ელექტროქსელური ორგანიზაციის ძირითად საშუალებებში უსასყიდლო (აუნაზღაურებელი) ფინანსური რესურსის ჩადებას.

ელექტროქსელში მომხმარებლის ტექნოლოგიური მიერთების პროცესის თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ მიერთების განხორციელების პროცესში იქმნება ტექნოლოგიური მიერთების საქმიანობასთან ფაქტიურად დაუკავშირებელი ძირითადი საშუალებები, რომლებიც შემდგომ გამოიყენება ქსელური კომპანიის მიერ ელექტროენერჯის გადაცემის მომსახურების გასაწევად. ამგვარად, ტექნოლოგიური მიერთების საფასურის არსებობა, თავისი შინაარსით, წარმოადგენს პირდაპირ მიზნობრივ ინვესტიციას ელექტროქსელური კომპანიის ძირითად საშუალებებში, რომელიც მიმართულია ელექტროენერჯის გადაცემის მომსახურების გაწევაზე.

ბ) ქსელური კომპანიის უფლებების დაღვევა, რომელიც მდგომარეობს ქსელური კომპანიის უფლებაში მისცეს არადისკრიმინაციული წვდომა ელექტროქსელზე მიერთების

მომთხოვნ ყველა მომხმარებელს. მოცემული დარღვევის გამოვლენის უმეტესი რისკი ჩნდება იმ მომხმარებლის ჩართვისას, რომლის მიერთებაც მოითხოვს ქსელური ინფრასტრუქტურის სერიოზულ რეკონსტრუქციას (მშენებლობას), მაშინ, როდესაც ასეთი მომხმარებლის კომერციული პროექტის რეალიზება საეჭვოა.

იმ შემთხვევაში, როცა ქსელზე ტექნოლოგიური მიერთების მომთხოვნი მომხმარებელი, რომლის მიერთებისთვისაც ქსელურმა კომპანიამ განახორციელა ქსელისა და ქვესადგურების მასშტაბური რეკონსტრუქცია (მშენებლობა), უარს იტყვის თავისი კომერციული პროექტის შემდგომ რეალიზებაზე, გაიზრდება რისკები, რომლებიც უკავშირდება სხვა ჩართული მომხმარებლების უფლებების დისკრიმინაციას, რადგან გაიზრდება ელექტროენერჯის გადაცემის მომსახურების ტარიფები, რომელსაც გამოიწვევს მოუთხოვნადი ინფრასტრუქტურის შემდგომი შენახვის აუცილებლობა.

მოცემული დარღვევის ნეგატიური შედეგების მინიმალიზაციის მიზნით რეგულატორებმა აუცილებლად უნდა გამოიყენონ შემდეგი საკომპენსაციო მექანიზმები:

ა) მომხმარებლისათვის ელექტროენერჯის მიწოდებასთან დაკავშირებული ხელშეკრულების გაფორმების ვალდებულება, ელექტროქსელური ორგანიზაციის მიერ ტექნიკური პირობების შესრულებისა და მომხმარებლის მიერთებისათვის მოწყობილობების გამოყოფის მომენტიდან. ამასთან, ელექტროენერჯის მიწოდებასთან დაკავშირებული მომსახურების საფასურის ოდენობა მომხმარებელთა ყველა კატეგორიისათვის, უნდა განისაზღვროს მიერთების მოცულობის საფუძველზე და არა ფაქტიურად გამოყენებული სიმძლავრისა. ამავდროულად, აუცილებელია გამოვრიცხოთ ელექტროქსელური კომპანიების მიერ იმ მომხმარებლების ელექტრომოწყობილობებისადმი წაყენებული მოთხოვნები, რომლებსაც არ შეუძლიათ გავლენა იქონიონ ელექტროქსელების საიმედო მუშაობაზე. მოცემული მექანიზმის

გამოყენება საშუალებას მოგვცემს შემცირდეს ტექნოლოგიური მიერთების ვადები იქედან გამომდინარე, რომ ქსელური კომპანია დაინტერესებული იქნება მალევე მიიღოს მოგება მომხმარებელთან მიწოდებაზე გაფორმებული ხელშეკრულების თანახმად;

ბ) მნიშვნელოვანი საჯარიმო სანქციები, რომელთა ამოღებაც მოხდება ელექტროქსელური ორგანიზაციების სასარგებლოდ მომხმარებლიდან, ამ უკანასკნელის მიერ მიწოდების ხელშეკრულების გაუქმების შემთხვევაში, იმ ოდენობით, რა ოდენობაც მოახდენს მომხმარებლის ჩართვაზე გაწეული საინვესტიციო და საექსპლუატაციო დანახარჯების და შესაბამისი ელექტროქსელური ობიექტების შენახვის ხარჯების კომპენსირებას. მოცემული მექანიზმის გამოყენება, ერთის მხრივ, საშუალებას მოგვცემს მოვახდინოთ მომხმარებელთა სტიმულირება გაცილებით ხარისხიან ბიზნეს-დაგეგმარებაზე, და მეორე მხრივ, საფუძველს ჩაუყრის მომხმარებლებს შორის სიმძლავრის ყიდვა-გაყიდვის ბაზრის განვითარებას.

გ) მომხმარებლებს შორის მიერთებული სიმძლავრის ყიდვა-გაყიდვის ლოკალური ბაზრების განვითარება, როგორც თავისუფალი სიმძლავრის ერთი მომხმარებლიდან მეორეზე გადანაწილების ინსტრუმენტისა, ქსელური ორგანიზაციისა და ჭარბი მიერთებული სიმძლავრის მქონე მომხმარებლების ინტერესებისათვის ზიანის მიუყენებლად, რომელიც ვალდებულია აუნაზღაუროს ქსელურ ორგანიზაციას მის შენახვაზე გაწეული ხარჯები, რაც განპირობებულია ფაქტიურად მიერთებული სიმძლავრის გადაცემისათვის საფასურის შემოღებით. ამის გარდა, მოცემული ბაზრის განვითარება საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ ქსელური სიმძლავრეების დატვირთვა და მოვახდინოთ ქსელური ორგანიზაციების საინვესტიციო პროგრამების ოპტიმიზაცია.

1.2. ახალი მომხმარებლის ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთების მსოფლიო პრაქტიკა

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ მსოფლიო პრაქტიკაში არ არსებობს მომხმარებლის ელექტრულ ქსელზე ტექნოლოგიური მიერთების საქმიანობის რეგულირების ერთიანი უნიფიცირებული მოდელი. შეგვიძლია გამოვყოთ ელექტროქსელური კომპლექსის ორგანიზაციების მიერ განხორციელებული საქმიანობის ხედვისადმი რეგულატორების მიდგომის ორი ძირითადი კონცეპტუალური პრინციპი.

- მომხმარებლის ელექტრულ ქსელებზე ტექნოლოგიური მიერთება რეგულატორის მიერ განიხილება, როგორც ელექტროქსელური ორგანიზაციების საქმიანობის ცალკე სახეობა, ელექტრული ენერჯის გადაცემასა და განაწილებასთან დაკავშირებულ საქმიანობებთან ერთად.

ამ შემთხვევაში, ტექნოლოგიური მიერთების მომსახურება მომხმარებელს მიეწოდება სახელმწიფოს მიერ დარეგულირებულ საფასურად, რომელიც ახდენს ქსელური კომპანიის (საინვესტიციოს ჩათვლით) ყველა ხარჯის კომპენსირებას, რაც საჭიროა მიერთებისათვის. ამასთან, მომხმარებლის მიერთებისათვის საჭირო სამუშაოების ნაწილი შეიძლება განხორციელდეს არა მხოლოდ ამ ტერიტორიის მომსახურე ქსელური ორგანიზაციის მიერ, არამედ კონკურენტულ საფუძველზე მოზიდული გარე კონტრაქტორების მიერაც.

მოცემული მიდგომის ძირითადი პრობლემა იმაში მდგომარეობს, რომ მომხმარებელი ტექნოლოგიური მიერთების საფასურის გადახდით ფაქტიურად ახორციელებს შენატანს გარე ორგანიზაციის ძირითად საშუალებებში, მათზე რაიმე ქონებრივი უფლებების მიღების გარეშე. როგორც უსასყიდლო ინვესტიციების რეციპიენტი ელექტროქსელური კომპანია-მონოპოლისტი იღებს უსაფუძვლო უპირატესობას იმ

კომპანიებთან შედარებით, რომლებიც ფუნქციონირებენ საბაზრო პირობებში და იძულებული არიან კონკურენცია გაუწიონ მათ (მათ შორის თავისი საქმიანობის ეფექტურობის გაზრდის გზით) წარმოების გაზრდისა და გასაღების ბაზრის გაფართოებისათვის საჭირო კაპიტალზე წვდომისათვის.

- რეგულატორის მიერ ტექნოლოგიური მიერთება არ განიხილება როგორც სავალდებულო ფუნქცია ელექტროქსელური კომპანიების მიერ ელექტროენერჯის მიწოდებასა და განაწილებასთან დაკავშირებული ძირითადი საქმიანობის ფარგლებში (არ წარმოადგენს საქმიანობის ცალკე სახეობას).

ამ შემთხვევაში ტექნოლოგიური მიერთების პროცედურები ხორციელდება ელექტროქსელური კომპანიის მიერ. მოცემული ფუნქციის შესრულება უზრუნველყოფს მიწოდებულ ქსელურ მომსახურებაზე მომხმარებელთა არადისკრიმინაციულ წვდომას. ამასთან, მომხმარებელთა ჩართვა სრულდება უსასყიდლოდ ან მცირე ოდენობის გადასახადით, რომელიც ახდენს ქსელური კომპანიის მიერ გაწეული მხოლოდ ისეთი დანახარჯების კომპენსირებას, როგორცაა დოკუმენტაციის მომზადება და უშუალოდ მიერთებისთვის გაწეული საქმიანობა („მელნის საფასური“) და რომლის საფასურშიც არ შედის საინვესტიციო შემადგენელი. ამ შემთხვევაში, ქსელური კომპანიის მიერ ქსელის განვითარებისათვის ინვესტიციების მოზიდვა ხდება კაპიტალის ბაზარზე, ხოლო მათი ამოღების უზრუნველყოფა კი ხდება ელექტროენერჯის მიწოდებასა და გადაცემასთან დაკავშირებული მომსახურებისთვის მიღებული შემდგომი შემოსავლების ხარჯზე.

თუმცა უფასო (ან მინიმალური გადასახადის მქონე) მიერთების არსებობა ქმნის ელექტროქსელური კომპანიის უფლებების დარღვევის რისკს მომხმარებლის მიერ ზედმეტი სიმძლავრის შესაძლო ჩართვის გამო, რომელიც შემდგომში არ იქნება სრულად გამოყენებული და შესაბამისად, არ იქნება უზრუნველყოფილი სატარიფო შემოსავალი,

რომელიც აუცილებელია ქსელების შენახვისა და ინვესტიციების ამოგებისათვის (ანაზღაურებისათვის).

ამგვარად, ტექნოლოგიურ მიერთებასთან დაკავშირებული საქმიანობა რეგულატორების მიერ შეიძლება განხილული იქნეს, როგორც ქსელური კომპანიების საქმიანობის ცალკე სახეობა და ასევე, როგორც ფუნქცია - ელექტროენერჯის მიწოდებასა და განაწილებასთან დაკავშირებული საქმიანობის ფარგლებში. ნებისმიერ შემთხვევაში, ტექნოლოგიურ მიერთებასთან დაკავშირებული საქმიანობა რეგულირდება ელექტროენერჯის მიწოდებასა და განაწილებასთან დაკავშირებულ საქმიანობასთან კომპლექსურად. იმდენად, რამდენადაც ელექტროქსელურ კომპლექსთან მიმართებაში არსებული რეგულირების პოლიტიკა გავლენას ახდენს ეკონომიკის მომიჯნავე სფეროებზე, მარეგულირებელი ორგანოს მიერ რეგულირებისადმი მიდგომა განისაზღვრება ამა თუ იმ ქვეყანაში სიტუაციის განსაზღვრის, მომხმარებელთა და ელექტროქსელური მომსახურების მიმწოდებელთა ინტერესების ბალანსის, ტერიტორიის ეკონომიკური განვითარების სტიმულირების აუცილებლობისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით, რომლებიც განსაზღვრავენ რეგულატორის საქმიანობაში პრიორიტეტების განლაგებას.

სქართველოს ენერჯეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის მიერ გატარებული რეფორმების შემდგომ ელექტროქსელებთან მომხმარებლების ტექნოლოგიურ მიერთებასთან დაკავშირებული მომსახურება, ელექტროენერჯის მიწოდებასა და განაწილებასთან დაკავშირებულ მომსახურებასთან ერთად, წარმოადგენს გამანაწილებელი ელექტროქსელური კომპანიების საქმიანობის ერთ-ერთ სახეობას ანუ გამოიყენება ზემოთ განხილული მიდგომებიდან პირველი.

საქართველო - საქართველოში ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების და ახალი მომხმარებლების ელექტროდანადგარების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების მოთხოვნებს განსაზღვრავს საქართველოს ენერჯეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის 2008 წლის №20 დადგენილება „ელექტროენერჯის (სიმძლავრის) მიწოდებისა და მოხმარების წესების“ და 2014 წლის 17 აპრილის №10 დადგენილება „ქსელის წესების“ დამტკიცების შესახებ.

ზემოთ აღნიშნული დადგენილებებით დამტკიცებული წესების შესაბამისად, ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთებისათვის მომხმარებლისადმი წაყენებული მოთხოვნები შეზღუდულია, კერძოდ:

გამანაწილებელ ქსელზე მიერთების შემთხვევაში:

- ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთების მსურველი ირჩევს ქსელზე მიერთების ძაბვის საფეხურს;
- ელექტრომომარაგების ქსელის მფლობელს წარუდგენს მხოლოდ ქსელზე მისაერთებელ მოთხოვნილ სიმძლავრეს;
- სამი ან სამზე მეტი მომხმარებლის შემთხვევაში დამატებით წარადგენს ობიექტის შიდა ელექტრომომარაგების პროექტს;
- მიუთითებს ელექტროენერჯის მოხმარების მიზანს (საყოფაცხოვრებო ან არასაყოფაცხოვრებო);

ზემოთ მითითებული ტექნიკური მოთხოვნების გარდა, მომხმარებელი არაა ვალდებული მიაწოდოს ელექტრომომარაგების ქსელის მფლობელს სხვა დამატებითი ინფორმაცია, როგორცაა:

- მისაერთებელი მოწყობილობების ტექნიკური მახასიათებლები;
- მისაერთებელი მოწყობილობების დატვირთვის გრაფიკი;
- მოთხოვნილი სიმძლავრის ათვისების გრაფიკი;

აღნიშნული აუცილებელია იმ მოწყობილობა დანადგარების შერჩევისათვის, რომლის გამოყენებითაც უნდა მოხდეს მომხმარებლის მიერ მოთხოვნილი სიმძლავრის ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთება.

გადამცემ ქსელზე მიერთების შემთხვევაში:

- მისაერთებელი ობიექტის დასახელება, მდებარეობა და გლობალური კოორდინირების სისტემის (GPS) კოორდინატები;
- მისაერთებელი ობიექტის საქმიანობის ტიპი (სფერო);
- ახალი მიერთების ელექტრომოწყობილობა-დანადგარების ტიპები;
- განმცხადებლის ობიექტის გადამცემ ქსელზე მიერთების სავარაუდო თარიღი;
- ობიექტის მისაერთებელი ნომინალური ძაბვის სავარაუდო საფეხური;
- საპროექტო სიმძლავრე - მწარმოებლის შემთხვევაში;
- აქტიური სიმძლავრე - სხვა მოსარგებლის შემთხვევაში;
- რეაქტიური სიმძლავრე ან აქტიური სიმძლავრის კოეფიციენტი;
- მოსარგებლის მოთხოვნის შემთხვევაში – ასევე ალტერნატიული ელექტრომომარაგების აუცილებლობა, ელექტროენერჯის მიწოდების შეწყვეტის პრევენციისთვის;
- მისაერთებელი ობიექტის განლაგების საკადასტრო რუკა ან ობიექტის განლაგების გეგმა;
- მისაერთებელი ობიექტის დღე-ღამური (საათობრივი) გრაფიკი - ნებისმიერი სიმძლავრის გენერაციის ობიექტის ან/და ისეთი მომხმარებლის გადამცემ ქსელზე მიერთებისას, რომლის მიერ მოთხოვნილი სიმძლავრე აღემატება 1000 კვტ-ს;

რუსეთი - რუსეთში ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების და ახალი მომხმარებლების ელექტროდანადგარების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების მოთხოვნებს განსაზღვრავს რუსეთის ფედერაციის მთავრობის 04.04. 2012 წლის №442 დადგენილება, რომლის მიხედვითაც ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთებისათვის, აუცილებელია შემდეგი ტექნიკური მოთხოვნების წარდგენა ქსელის მფლობელი ორგანიზაციასათვის:

- ენერგომიმღები მოწყობილობის დასახელება და ადგილმდებარეობა, რომლის მიერთებაც უნდა მოხდეს ქსელური ორგანიზაციის ელექტროქსელთან;
- ენერგომიმღები მოწყობილობებისთვის მოთხოვნილი მაქსიმალური სიმძლავრე და მათი ტექნიკური მახასიათებლები, რაოდენობა, გენერატორების და ქსელთან მისაერთებელი ტრანსფორმატორების სიმძლავრე;
- მიერთების წერტილების რაოდენობა ენერგომიმღები მოწყობილობების ელემენტების ტექნიკური პარამეტრების მითითებით;
- ენერგომიმღები მოწყობილობების განცხადებული საიმედოობის დონე;
- დატვირთვის განცხადებული ხასიათი (გენერატორებისათვის - აკრეფვის შესაძლო სიჩქარე ან დატვირთვის შემცირება) და ისეთი დატვირთვების არსებობა, რომლებიც ამახინჯებენ ელექტროდენის მრუდის ფორმას და იწვევენ ძაბვის არასიმეტრიულობას მიერთების წერტილებში;
- ტექნოლოგიური მინიმუმის (გენერატორებისათვის) მოცულობა და ამ მოცულობის დასაბუთება, ტექნოლოგიური და ავარიული ჯავშნები (ელექტროენერგიის მომხმარებლებისთვის);
- ელექტრონული მოწყობილობების ექსპლუატაციაში ეტაპობრივი შეყვანისა და პროექტირების ვადები (მათ შორის ეტაპებითა და რიგითობით);
- ეტაპებითა და რიგითობით ენერგომიმღები მოწყობილობების შეყვანისას მაქსიმალური სიმძლავრის განაწილების, მიერთების ვადების და ელექტრომომარაგების საიმედოობის კატეგორიის შესახებ ცნობების წარდგენა;
- ქსელური ორგანიზაციის ელექტროქსელთან მისაერთებელი ენერგომიმღები მოწყობილობების განლაგების გეგმა;

- ელექტროქსელური ორგანიზაციის ელექტროქსელზე მისაერთებელი განმცხადებლის ელექტრული ქსელის ერთხაზოვანი სქემა, რომლის ძაბვის ნომინალური კლასი შეადგენს 35 კვ და ზემოთ, ენერგომომარაგების საკუთარი წყაროებიდან დაჯავშნის შესაძლებლობის მითითებით (მათ შორის საკუთარი საჭიროებისთვის დაჯავშნა) და დატვირთულობის (გენერაციის) გადართვის შესაძლებლობები განმცხადებლის შიდა ქსელებით (ქსელებზე);
- იმ ენერგომომარაგების მოწყობილობების ჩამონათვალი და სიმძლავრე, რომლებიც შეიძლება მიერთებულ იქნას ავარიის საწინააღმდეგო ავტომატურ მოწყობილობებთან;

ყაზახეთი - ყაზახეთში მომხმარებლის ელექტროდანადგარების ქსელზე მიერთებისათვის მოქმედი წესებით განსაზღვრული აუცილებელი მოთხოვნები:

- ფიზიკური პირისთვის - პირადობის დამადასტურებელი დოკუმენტის ასლი;
- იურიდიული პირისთვის - სახელმწიფო რეგისტრაციის შესახებ ცნობის ასლები ან ინდივიდუალური მეწარმის მოწმობა;
- სიტუაციური გეგმა;
- განცხადებული ელექტრული სიმძლავრის გაანგარიშება-დასაბუთება, რომელიც შესრულებულია დამოუკიდებლად ან საექსპერტო ორგანიზაციის მოზიდვით;
- ელექტრომომარაგების ობიექტის უფლებადამდგენი დოკუმენტები;
- 5 მგვტ და მეტი საანგარიშო სიმძლავრის ელექტროდანადგარების მქონე მომხმარებლებმა განაცხადს უნდა დაურთონ იმ სპეციალიზებული საპროექტო ორგანიზაციის მიერ შემუშავებული მომხმარებლის გარე ელექტრომომარაგების სქემა, რომელსაც გააჩნია საპროექტო საქმიანობის წარმოების უფლება. მომხმარებლის გარე ელექტრომომარაგების სქემა თანხმდება იმ ენერგოგადამცემ და/ან

ენერგომწარმოებელ ორგანიზაციასთან, რომლის ელექტრულ ქსელებზეც იგეგმება მიერთება.

მოდლოვა - მოდლოვაში მომხმარებლის ელექტროდანადგარების ქსელზე მიერთებისათვის მოქმედი წესებით განსაზღვრული აუცილებელი მოთხოვნები:

- იურიდიული პირისთვის საჭირო დოკუმენტები:
 - სერტიფიკატი იურიდიული პირის რეგისტრაციის შესახებ.
 - სერტიფიკატი დღგ-ს რეგისტრაციის შესახებ (თუ კლიენტი არის დღგ-ს გადამხდელი).
 - სერტიფიკატი ფისკალური კოდის მიკუთვნების შესახებ.
 - ანგარიშსწორების ანგარიში და კლიენტის მომსახურე ბანკის სახელწოდება.
 - უძრავ ქონებაზე საკუთრების უფლების დამადასტურებელი ერთ-ერთი დოკუმენტი:
- ტიბ-ში (ტექნიკური ინვენტარიზაციის ბიურო) დარეგისტრირებული ნასყიდობის კონტრაქტი;
- სერტიფიკატი ურბანიზმისა ან ავტორიზაციის შესახებ „პრიმერიდან“ - იმ შემთხვევაში, თუ უძრავი ქონება არ არის ჩაბარებული ექსპლუატაციაში და არსებობს დროებითი ტექნიკური პირობების საჭიროება;
- სახელმწიფო სარეგისტრაციო პალატის გადაწყვეტილება საწარმოს რეგისტრაციისა ან სახელწოდების შეცვლის თაობაზე;
- ექსპლუატაციაში ჩაბარების აქტი;
- „პრიმერიის“ მიერ გაცემული და ტიბ-ში დარეგისტრირებული იჯარის ხელშეკრულება, საგარანტიო წერილი ვალების გადახდის შესახებ და დოკუმენტი, რომელიც ადასტურებს ტიბ-ში დარეგისტრირებული მოიჯარის საკუთრების უფლებას;
- უძრავი ქონების დანიშნულების შეცვლის ნებადამრთველი სერტიფიკატი.

- კომერციული საქმიანობის ნებადართველი ავტორიზაცია.
- იმ პირის მინდობილობა, ვისი ინტერესების წარმოდგენაც ხდება.
- ჯიხურებისთვის:
- ადგილობრივი ადმინისტრაციის მიერ გაცემული განცხადება განთავსების შესახებ;
- უძრავი ქონების განთავსების არქიტექტურული გეგმა.
- ფიზიკური პირებისთვის საჭირო დოკუმენტები (ასლები):
 - პირადობის მოწმობა.
 - უძრავ ქონებაზე საკუთრების უფლების დამადასტურებელი ერთ-ერთი დოკუმენტი:
- ტიბ-ში დარეგისტრირებული ნასყიდობის კონტრაქტი;
- ტიბ-ში დარეგისტრირებული უძრავი ქონების ჩუქების სერტიფიკატი;
- ტიბ-ში დარეგისტრირებული სერტიფიკატი მემკვიდრეობის შესახებ;
- ტიბ-ში დარეგისტრირებული გაცვლის კონტრაქტი;
- ტიბ-ში დარეგისტრირებული პრივატიზების კონტრაქტი;
- მიწის ნაკვეთზე საკუთრების დამადასტურებელი დოკუმენტი – „პრიმერიის“ გადაწყვეტილება მიწის ნაკვეთის გამოყოფის თაობაზე;
- სერტიფიკატი ურბანიზმის შესახებ ან მშენებლობის ავტორიზაცია - მშენებლობის შემთხვევაში;
- ტიბ-ში დარეგისტრირებული ექსპლუატაციაში ჩაბარების აქტი;
- ტიბ-ში დარეგისტრირებული სასამართლო გადაწყვეტილება – სასამართლო გადაწყვეტილების შემთხვევაში;
- ავტორიზაცია ძველი უძრავი ქონების დანგრევაზე – საჭიროების შემთხვევაში;
- ბინის ორდერი და ამონაწერი საბინაო დავთარიდან.
- იმ პირის მინდობილობა, ვისი ინტერესების წარმოდგენაც ხდება.

ბელარუსი - ბელარუსში მომხმარებლის ელექტროდანადგარების ქსელზე მიერთებისათვის მოქმედი წესებით განსაზღვრული აუცილებელი მოთხოვნები:

- ობიექტის დასახელება და მისი საწარმოო ან სოციალურ-საყოფაცხოვრებო დანიშნულება;
- ობიექტის განლაგების ადგილი, მიწათსარგებლობის რუკაზე და დასახლებული პუნქტის გენერალურ გეგმაში ობიექტის განლაგების მოედნის მითითებით;
- ძირითადი ელექტრომიმღებების დასახელება, მათი სიმძლავრე და კატეგორიები;
- მოხმარებული სიმძლავრის მაქსიმუმის გაანგარიშება;
- ობიექტის კატეგორიები ზოგადად საიმედოობოს მიხედვით;
- ობიექტის სპეციფიკური მოთხოვნები ძაბვის ხარისხის, ელექტრომომარაგების დასაშვები შეწყვეტის მიმართ და ა.შ.
- შესაბამისი ორგანოს გადაწყვეტილება, რომლის საფუძველზეც იგეგმება მშენებლობა;
- პროექტირებისა და მშენებლობის ნორმატიული ვადები;
- ნებართვები ელექტროენერჯის გამოყენებაზე გაცხელების მიზნით;

ობიექტის ეტაპების (რიგების) მიხედვით შეყვანისას - სიმძლავრისა და კატეგორიების ეტაპობრივი განაწილება.

ელექტრომომარაგებელი ორგანიზაციის ქსელებზე ობიექტის მიერთების ტექნიკურ პირობებში მიუთითებენ:

- მიერთების წერტილებს (ქვესადგური, ელექტროსადგური ან ელექტროგადამცემი ხაზი), ძაბვას, რომელზეც უნდა შესრულდეს ობიექტის მკვებავი საჰაერო ან საკაბელო ხაზები, მიერთების წერტილებში ძაბვის მოსალოდნელ დონეს ნორმალურ, სარემონტო და ავარიულ რეჟიმში;

- ცალკეულ შემთხვევებში მიუთითებენ სითბური მოხმარების ბაზაზე თეც-ის აგების ვარიანტის დამუშავებისა ან მკვებავი ქსელის სქემის ვარიანტების შემუშავების საჭიროებას;
- არსებული ქსელის გაძლიერებასთან დაკავშირებულ დასაბუთებულ მოთხოვნებს (სადენების კვეთის გადიდება, ტრანსფორმატორების შეცვლა ან სიმძლავრის გაზრდა, სარეზერვო უჯრედების აგება, გამანაწილებელი მოწყობილობების სამშენებლო ნაწილის გაფართოება და ა.შ.);
- მოკლე შერთვის დენების საანგარიშო მნიშვნელობებს, მოთხოვნებს სარელეო დაცვის, ავტომატიკის, ოპერატიული დენის, ტელემექანიკის, კავშირგაბმულობის, იზოლაციისა და გადამეტაბვისაგან დაცვის მიმართ.
- მოთხოვნებს რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის მიმართ;
- მოთხოვნებს ელექტროენერჯის აღრიცხვის მიმართ;
- სპეციალურ მოთხოვნებს მფილტრავ-მაკომპენსირებელი, მასიმეტრიებელი და მასტაბილიზებელი მოწყობილობების მონტაჟის მიმართ იმ მომხმარებლებისათვის, რომლებიც გენერირებენ ჰარმონიკებს ქსელში, შეაქვთ არასიმეტრიულობა ან ქმნიან ძაბვის ცვალებადობას, ასევე ელექტროენერჯის მიმღებების ელექტრული ენერჯის ხარისხის კონტროლის მოწყობილობების მონტაჟის მიმართ მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების შესაბამისად;
- იმ აბონენტების სიას, რომელთა მიერთებაც ხდება მომხმარებლის ქსელზე, მათი დატვირთვებისა და ელექტროენერჯის მოხმარების შესახებ ძირითადი პერსპექტიული მონაცემების მითითებით;
- მოთხოვნებს ელექტრომომარაგების სქემის ან სხვა ზომების შესრულებასთან დაკავშირებით ძაბვის ხანმოკლე დაწვევის მიმართ მგრძნობიარე მომხმარებლებისთვის, რაც გამორიცხავს ტექნოლოგიური პროცესის დარღვევას ელექტრომომარაგების ხანმოკლე წყვეტებისა და ძაბვის დაწვევის შემთხვევაში, რომლებიც

განპირობებულია ავარიული რეჟიმებით და ენერგოსისტემისა და მომხმარებლების სარელეო დაცვის და ავტომატიკის მოწყობილობების მოქმედებით, ასევე ცალკეულ სარეზერვო მკვებავ ხაზებზე საპასუხისმგებლო დატვირთვების, ავარიული ჯავშნის გამოყოფა ენერგოსისტემაში სიმძლავრის დეფიციტის წარმოქმნის დროს ასეთი ელექტრომიმდებების ელექტრომომარაგების შენარჩუნების მიზნით და სხ.;

- რეკომენდაციებს ტიპობრივი პროექტებისა და კონკრეტული ელექტროაღჭურვილობის გამოყენების თაობაზე;
- მოთხოვნებს საწარმოს, შენობისა ან ნაგებობის პროექტში ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციის ორგანიზების საპროექტო გადაწყვეტების შემუშავების თაობაზე.
- ენერგომომარაგებელი ორგანიზაციის მიერ გაცემული ტექნიკური პირობების შესრულება სავალდებულოა დამკვეთი მომხმარებლებისა და იმ საპროექტო ორგანიზაციებისთვის, რომლებსაც ევალება ენერგომომარაგების პროექტის შემუშავება.

უკრაინა - უკრაინაში მომხმარებლის ელექტროდანადგარების ქსელზე მიერთებისათვის მოქმედი წესებით განსაზღვრული აუცილებელი მოთხოვნები:

- განმცხადებლისა და საპროექტო ორგანიზაციის მიერ ხელმოწერილი გამოკითხვის ფურცელი (საპროექტო ორგანიზაციის განაცხადი) იურიდიული და მეწარმე ფიზიკური პირებისთვის, რომელიც შედგენილია ტიპური ფორმის მიხედვით (საანგარიშო დატვირთვის გაანგარიშება), მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების შესაბამისად);
- სიტუაციური გეგმა ელექტროდანადგარის ადგილმდებარეობის მითითებით;
- გარკვეულ მონაკვეთზე საპროექტო-მოკვლევითი სამუშაოების წარმოებაზე დადგენილი წესით მიღებული ნებართვის ასლი;

- იმ დოკუმენტის ასლი, რომელიც ადასტურებს ამ ობიექტზე საკუთრების უფლებას და/ან მიწის ნაკვეთზე საკუთრებისა ან სარგებლობის უფლებას;
- სათანადო წესით გაფორმებული მინდობილობის ასლი, რომელიც ხელშეკრულებების ხელმოწერაზე უფლებამოსილ პირს აძლევს ხელშეკრულებების დადების უფლებას.

ფიზიკური პირების (მოსახლეობა) ელექტროდანადგარების მიერთების შესახებ განცხადებაში მითითებული უნდა იყოს შემდეგი მონაცემები:

- ობიექტის სახელწოდება და მისი ადგილმდებარეობა, განმცხადებლის საპასპორტო მონაცემები და საიდენტიფიკაციო კოდი;
- მიერთების ტექნიკური პირობების მიღების მიზანი (მშენებლობა, რეკონსტრუქცია, მოდერნიზაცია, ენერგომომარაგების საიმედოობის კატეგორიის შეცვლა, სიმძლავრის გაზრდა).

განცხადებას უნდა დაერთოს:

- დამკვეთის მიერ ხელმოწერილი გამოკითხვის ფურცელი მოსახლეობისთვის, რომელიც შედგენილია ტიპური ფორმის მიხედვით, რომელშიც მითითებულია ცნობები დამკვეთის ობიექტის პარამეტრების შესახებ (საანგარიშო დატვირთვის გაანგარიშება მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების შესაბამისად).
- იმ დოკუმენტის ასლი, რომელიც ადასტურებს ამ ობიექტზე საკუთრების უფლებას და/ან მიწის ნაკვეთზე საკუთრებისა ან სარგებლობის უფლებას;

მიერთების ტექნიკური პირობების გაცემის ან მათში ცვლილებების შეტანის ღირებულება განისაზღვრება იმ ორგანიზაციის მიერ, რომელიც ახდენს ტექნიკური პირობების შემუშავებასა და გაცემას უკრაინის მინისტრთა კაბინეტის 20.12.99 წ. №2328 დადგენილებით დამტკიცებული „არქიტექტურის ობიექტის საინჟინრო უზრუნველყოფასთან დაკავშირებით

არქიტექტურულ-გეგმარებითი დავალებისა და ტექნიკური პირობების გაცემის წესის“ საფუძველზე შედგენილი სქემის თანახმად.

გამოკითხვის ფურცელში მითითებული მონაცემების ცვლილების შემთხვევაში, დამკვეთმა დამატებით უნდა მიმართოს ტექნიკური პირობების გამცემ ორგანიზაციას მიერთების ტექნიკურ პირობებში და მიერთების შესახებ ხელშეკრულების პირობებში ცვლილებების შეტანასთან დაკავშირებით.

როგორც, ზემოთ განხილული მაგალითებიდან ჩანს, სხვადასხვა ქვეყანას, ახალი მომხმარებლის ელექტრომომწოდებლობის გამანაწილებელ ქსელში ჩართვისათვის, სხვადასხვა მოთხოვნები გააჩნია. თუმცა აღსანიშნავია, რომ არცერთი ზემოთ წარმოდგენილი ქვეყნის მოთხოვნები, ელექტრომომხმარებლის ქსელზე მიერთების ნაწილში, არ არის სრულფასოვანი და შესაბამისად ვერ უზრუნველყოფს ელექტრომომხმარებლის ქსელში ჩართვამდე შეფასებული იქნას მიერთების შედეგად მოსალოდნელი ელექტრომაგნიტური პროცესები. სწორედ ამიტომ აუცილებელია დამატებით მოხდეს ელექტრომომხმარებლისადმი ქსელზე მიერთებისათვის წასაყენებელი მოთხოვნების შესწავლა და აღნიშნული მოთხოვნების დიფერენცირება სხვადასხვა ტიპის მომხმარებლებისათვის.

1.3. ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების მოთხოვნების გამოკვლევა და ოპტიმალური ნუსხის განსაზღვრა ელექტრომომხმარებლების ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების გათვალისწინებით

წინამდებარე პარაგრაფში წარმოდგეილი სხვადასხვა ქვეყნების გამანაწილებელი კომპანიების მიერ ახალი ელექტრომომხმარებლების ქსელში ჩართვისადმი წაყენებული მოთხოვნების ანალიზი ნათლად გვიჩვენებს, რომ არც ერთი ქვეყნის მოთხოვნათა ნუსხა სრულად ვერ ითვალისწინებს, როგორც მომხმარებლის აგრეთვე ქსელში ჩართული სხვა მომხმარებლების ელექტრომაგნიტური თავსებადობითა და საიმედოო ელექტრომომარაგების უზრუნველყოფით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს. შესაბამისად, ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ელექტრომომარაგების სისტემის ელექტრულ ქსელთან ახალი ობიექტების მიერთებისას, ელექტრომომხმარებელს უნდა წარედგინოს არა საერთო ყველა ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების მომცველი მოთხოვნების ნუსხა, არამედ ინდივიდუალური. შესაბამისად, ელექტრომომხმარებლის შემადგენლობაში შემავალი ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევის საფუძველზე, უნდა განისაზღვროს რომელი სახისა და რა პარამეტრების კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებები წარმოიქმნება ქსელის ელემენტებში, როგორი იქნება ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლები და დადგინდეს მათი საერთაშორისოდ მიღებულ ნორმებთან შესაბამისობა, ელექტრომაგნიტური თავსებადობის უზრუნველყოფის მიზნით.

ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების მოთხოვნების ძირითადი მიზანია უზრუნველყოფილი იქნეს მომხმარებლის საიმედო, უსაფრთხო და შეუფერხებელი ელექტრომომარაგება. კერძოდ, ელექტრომომხმარებელს მიეწოდოს ნორმალური სიხშირის, სინუსოიდალური მრუდის ფორმის სიმეტრიული

მაზვა). ამავდროულად, შეიზღუდოს მომხმარებლის ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების (ეტდ) მუშაობის რეჟიმების პირობებში წარმოქმნილი ელექტროდინამიკური პროცესების გავლენა ელექტრომომარაგების ქსელზე [7]. კერძოდ, მინიმუმამდე იქნეს შემცირებული მოთხოვნილი რეაქტიული სიმძლავრე, რათა განიტვირთოს ელექტრული ქსელი რეაქტიული სიმძლავრის გატარებისაგან. აგრეთვე, სამფაზა მომხმარებლების შემთხვევაში, მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი აქტიური და რეაქტიული დატვირთვების ასიმეტრიულობა. მაქსიმალურად შეიზღუდოს ქსელის ელემენტებში ეტდ-ებსა და კომპლექსებში მიმდინარე ელექტროდინამიკური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების (კემდ) გავრცელება.

როგორც ანალიზიდან სჩანს, ელექტრომომარაგების სისტემის ქსელში ახალი ობიექტების ჩართვის საკანონმდებლო დოკუმენტების შექმნისას ყოველ ქვეყანას დამოუკიდებელი მიდგომა გააჩნია. შესაბამისად, განსხვავებულია მათ მიერ მიღებული საკანონმდებლო დოკუმენტებით განსაზღვრული, როგორც გამანაწილებელი კომპანიის ქსელთან ობიექტების მიერთების მიმართ წაყენებული ძირითადი მოთხოვნების, აგრეთვე მომხმარებლის მიერ საიმედო ელექტრომომარაგებისა და ძაბვის ხარისხისადმი წაყენებული მოთხოვნების ნუსხა [1, 2, 3, 4, 5, 6].

ამავდროულად, არის ქვეყნები (სდაქართველო, მოლდავა, ყაზახეთი) რომელთა მოთხოვნების ნუსხაში საერთოდ არაა გათვალისწინებული მომხმარებლის მიერ მოთხოვნილი და შესაბამისად ქსელის ელემენტებში გატარებული რეაქტიული ენერჯის შედეგად გამოწვეული ქსელის ენერგეტიკული მაჩვენებლების გაუარესებისა და ენერგოეფექტურობის შემცირების უარყოფითი შედეგების განრიდება. მაშინ როდესაც, რიგი განვითარებული ქვეყნების სატარიფო პოლიტიკა უშუალოდაა დაფუძნებული მომხმარებლის რეაქტიული დატვირთვის კოეფიციენტის მნიშვნელობაზე.

აღსანიშნავია, რომ აღმოსავლეთ ევროპისა და აზიის რიგ ქვეყნებში მოქმედი ელექტრომომარაგების სისტემებში ელექტრომაგნიტური თავსებადობისა (ემთ) და ქსელში წარმოქმნილი და გავრცელებული კემდ-ისათვის დადგენილი ნორმები, ძირითადად რუსეთის ნორმატიულ დოკუმენტებით გათვალისწინებულ სტანდარტებზეა დაფუძნებული [1, 2, 3, 4, 5, 6]. შესაბამისად, ამ სტანდარტებით დადგენილი ემთ-ით გათვალისწინებული ელექტროენერგიის მაჩვენებლების დადგენილი დონეები ელექტრომაგნიტური მდგომარეობის (ემმ) სხვადასხვა კლასისათვისაა გათვალისწინებული.

ნაშრომში, ელექტრომომხმარებლების ელექტროტექნოლოგიური დანადარებისა და კომპლექსების მიერ წარმოქმნილი ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების ხასიათის გამოკვლევისა და შედეგების ღრმა ანალიზის შედეგად დაბრკოლებების შემდგომი შესწავლის მიზნით მიზანშეწონილია შემოღებულ იქნეს (გაერთიანებულ იქნეს) კემდ-ს სამი კლასი და ამის საფუძველზე მოხდეს თითოეული კლასის ემთ-ით გათვალისწინებული ნორმების გნსაზღვრა.

აღნიშნული ნორმები ითვალისწინებს საერთო დანიშნულების ელექტრომომარაგების სისტემისა და ელექტროენერგიის მომხმარებელთა ელექტრული ქსელების ნორმალურ ემთ-ს, საერთო დანიშნულების ელექტრომომარაგების სისტემის 50 ჰვ სიხშირის ცვლადი დენის სამფაზა და ერთფაზა ელექტრული ქსელებისათვის. ნორმები დადგენილია, როგორც ელექტრული ქსელების პროექტირებისა და ექსპლოატაციისათვის, აგრეთვე ცალკეული ელექტრული მიმღებების კონდუქტიური დაბრკოლებების მიმართ მდგრადობის დონის განსაზღვრისათვის. ნორმატიული დოკუმენტით დადგენილია ემდ-ების ორი მნიშვნელობა - ნორმალურად დასაშვები და ზღვრულად დასაშვები. ელექტროენერგიის ხარისხის მაჩვენებლების ნორმალურად დასაშვები მნიშვნელობის ხანგრძლივობა დღე-ღამის განმავლობაში არ უნდა აღემატებოდეს 95% -ს, ხოლო ზღვრულად დასაშვები - 5%-ს.

რიგი ქვეყნების დოკუმენტებით დადგენილია სამ ჯგუფად წარმოდგენილი 11 სახის ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების ნორმები [1, 2, 3, 4, 5, 6].

1. ძაბვის გადახრა - δf ;
2. ძაბვის დამყარებული მნიშვნელობის გადახრა - $\delta U_{\text{დამ}}$;
3. ძაბვის ცვლილების ზღვრულ მნიშვნელობებს შორის ნაზრდი - δU ;
4. ფლიკერის (ციმციმის) დოზა - P_t ;
5. ძაბვის მრუდის ფორმის სინუსოიდალურობის დამახინჯების კოეფიციენტი - K_U ;
6. ძაბვის ჰარმონიკული სპექტრის n -ური რიგის ჰარმონიკული მდგენელის კოეფიციენტი - $K_{U(n)}$;
7. ძაბვის უკუ მიმდევრობის მდგენელის ასიმეტრიულობის კოეფიციენტი - K_{2U} ;
8. ძაბვის ნულოვანი მიმდევრობის მდგენელის ასიმეტრიულობის კოეფიციენტი - K_{0U} ;
9. ძაბვის ჩავარდნის სიღრმე და ხანგრძლივობა - $\delta U_n, \Delta t_n$;
10. იმპულსური ძაბვა - $U_{\text{იმპ}}$;
11. დროებითი გადაძაბვის კოეფიციენტი - $K_{\text{დრო}}$.

საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის (სეკ) მიერ ევროკავშირის ქვეყნებისათვის შექმნილია ნორმატიული დოკუმენტაციის მთელი პაკეტი. იგი მოიცავს ნორმატიულ დოკუმენტაციას: ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების, კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების, ელექტრომაგნიტური თავსებადობის შესახებ. სეკ-ის მიერ დამუშავებული სტანდარტი EN 50.160 გათვალისწინებულია დაბალი (1კვ) და საშუალო (10; 35კვ) ძაბვისათვის [8]. მოცემული სტანდარტით დადგენილია ელექტრომაგნიტური თავსებადობის დონეები შემდეგი ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებებისათვის: მაღალი რიგის ჰარმონიკების, ძაბვის რხევის, ძაბვის

გადახრის, ძაბვის ასიმეტრიის, ცვლადი დენის ძირითადი სიხშირის ცვლილების (ცხრ. 1).

ცხრილი 1. მაღალი რიგის ჰარმონიკების, ძაბვის რხევის, ძაბვის გადახრის, ძაბვის ასიმეტრიის, ცვლადი დენის ძირითადი სიხშირის ცვლილები

#	დაბრკოლების სახე				ემთ-ს დონე, %	
1	ძაბვის გადახრა				±10	
2	ძაბვის ცვალებადობის დიაპაზონი				5	
3	ძაბვის ასიმეტრიულობა				2	
4	სიხშირის გადახრა				±1	
5	ძაბვის მრუდის სინუსოიდალურობის დამახინჯების კოეფიციენტი				8	
n-ური რიგის ჰარმონიკის კოეფიციენტისათვის						
	3-ის არაჯერადი კენტი რიგის ჰარმონიკებისათვის		3-ის ჯერადი კენტი რიგის ჰარმონიკებისათვის		ლუწი რიგის ჰარმონიკებისათვის	
1	5	6 %	3 %	5 %	2	2 %
2	7	5 %	9 %	1,5 %	4	1 %
3	11	2,5 %	15 %	0,5 %	6...24	0,5 %
4	13	3 %	21 %	0,5 %		
5	17	2 %				
6	19...25	1,5 %				

ელექტრომომარაგების ელექტრომაგნიტური თავსებადობის საფუძველზე ეეხ-ს მაჩვენებლებისა და ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების დადგენილ ნორმებთან შესაბამისობის შესახებ ჩატარებული ანგარიშების შედეგების წარმოდგენა რიგი მომხმარებლებისათვის არასაკმარისია (ვერ ხდება ყველა ეტდ-ის თავისებურების სრული გათვალისწინება), ხოლო ზოგიერთი მომხმარებლისათვის ყველა მოთხოვნების გათვალისწინებას არ საჭიროებს და ხშირ შემთხვევაში პრაქტიკულ სირთულეებთანაა დაკავშირებული.

აქედან გამომდინარე, ყოველი ახალი ობიექტის ქსელში ჩართვისას ელექტროენერჯის ხარისხისა და ემდ-ბის მოთხოვნების ნუსხა უნდა

განსაზღვროს დამოუკიდებლად, მომხმარებლის ეტდ-ისა და კომპლექსების თავისებურებების გათვალისწინებით, კერძოდ:

- ელექტრომომარაგების სისტემის ელექტრულ ქსელთან ახალი ობიექტის მიერთებისათვის, ელექტრომომხმარებელმა უნდა წარმოადგინოს, არა ემთ-ობით გათვალისწინებული ნუსხით დადგენილი ყველა ეეხ-ის მაჩვენებლებისა და კემდ-ბის მოთხოვნების შესაბამისობის დამადასტურებელი დოკუმენტები დადგენილ ნორმატიულთან, არამედ მხოლოდ ნაწილი, მომხმარებლის ეტდ-დან გამომდინარე.
- ინდივიდუალური მოთხოვნების ნუსხის განსაზღვრას საფუძვლად უნდა დაედოს ელექტრომომხმარებლის შემადგენლობაში შემავალი ეტდ-სა და კომპლექსების მოქმედების პრინციპებისა და მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევის შედეგები. კერძოდ, უნდა დადგინდეს ეტდ-ების მოქმედების პრინციპები, მუშაობის რეჟიმები და განსაზღვროს რომელი სახის კემდ-ბის წარმოქმნაა მოსალოდნელი.
- ელექტრული ქსელის ელემენტების პარამეტრების გათვალისწინებით, განსაზღვრული უნდა იქნას ახალი ობიექტის მიერთების შედეგად წარმოქმნილი კემდ-ბის დონე, როგორი იქნება ეეხ-ის მაჩვენებლები და დადგინდეს მათი საერთაშორისოდ მიღებულ ნორმებთან შესაბამისობა.

თავი II. მომხმარებლების ელექტროდანადგარების და ელექტრომოწყობილობების გავლენა ელექტრომომარაგების ქსელზე

2.1. მომხმარებელთა ელექტროდანადგარების მუშაობის რეჟიმებით გამოწვეული გადახრები ელექტრომომარაგების ქსელში

არსებობს რამდენიმე მიზეზი, რის გამოც ელექტრომომარაგების ქსელში შეიძლება მოხდეს გადამეტება. ძაბვის მაჩვენებლების ცვლილება ელექტრომომარაგების ქსელში შეიძლება გამოიწვიოს ერთდროულად რამდენიმე ათასი მომხმარებლის მხრიდან საყოფაცხოვრებო ტექნიკის გამორთვა-ჩართვებმა, ასევე დიდი სიმძლავრის მოხმარების მქონე წარმოების გაჩერებამ.

ძაბვის რყევა - ძაბვის გადახრა დასაშვები მნიშვნელობიდან გავლენას ახდენს ქსელზე და იწვევს მასში დისბალანსს, რაც საფრთხეს უქმნის როგორც ელექტრომომარაგების ქსელზე მიერთებული მოწყობილობების გამართულ მუშაობას, ასევე მთლიანად ელექტროსისიტემას.

გარდა ამისა, არსებობენ ელექტრომოწყობილობები, რომელთა მუშაობის რეჟიმები იწვევს ქსელში ძაბვისა და დენის მახასიათებლების ცვლილებას. ასეთებია მაგალითად:

- ელექტრორკალური ღუმელები;
- საგლინი დგარები;
- რკალური და კონტაქტური ელექტრო შემდუღებელი მოწყობილობები;
- ელექტრო ხერხები;
- სატკეპნი მანქანები, ელექტრონული ლუმერები და ა.შ.;
- საჭირხნი (წნევის) ტუმბოები;
- კომპრესორები;
- ლიფტები;

- ამწე და ჯალამბარები (იგივეა შინაარსობრივად, რაც დამქაჩი მოწყობილობები);
- რენტგენის აპარატები;
- მაცივრები;
- კონდიციონერები და სხვა.

მაბვის მერყეობა ელექტროტექნოლოგიურ დანადგარებში და მოწყობილობებში იწვევს:

- დანადგარების მომსახურების ვადის ხანგრძლივობის შემცირებას;
- მოწყობილობების გადახურებას;
- ხანძარსაშიშროებას;
- მცირდება ძრავის მქკ (მარგი ქმედების კოეფიციენტი);
- ვიბრაცია ელექტრომანქანურ სისტემებში;
- პროდუქცია ხდება წუნიანი;
- ავტომატური ამომრთველების ჩართვის შეცდომები;
- შეცდომები საკომუნიკაციო დანადგარებში;
- განათების ნათურების სინათლის ნაკადის პულსაცია.

მაბვის არასიმეტრიულობა ელექტროდანადგარების მუშაობაზე მოქმედებს შემდეგნაირად:

- ნულოვან ფაზაში დამატებითი დანაკარგების გამო იზრდება ელექტროენერჯის დანაკარგი;
- ერთფაზიანი, ორფაზიანი მომხმარებლები და ელექტროენერჯის მომხმარებელთა სხვადასხვა ფაზები მუშაობენ სხვადასხვა არანომინალურ ძაბვებზე, რასაც მივყავართ იმავე შედეგებამდე, როგორსაც ძაბვის გადახრის შემთხვევაში;
- ელექტროძრავებში არასიმეტრიული ძაბვის უარყოფითი გავლენის გარდა აღმოცენდება მაგნიტური ველები, რომლებიც მოძრაობენ როტორის მოძრაობის შემხვედრად;

- ელექტრულ მანქანებზე, ტრანსფორმატორების ჩათვლით, ძაბვის არასიმეტრიულობის ზოგადი გავლენა აისახება მათი მომსახურების ვადის ხანგრძლივობის შემცირებაზე.

მაგალითად, უკუთანმიმდევობის არასიმეტრიულობის კოეფიციენტთან $K2U = 2...4 \%$, ხანგრძლივად მუშაობისას, ელექტრული მანქანის მომსახურების ვადის ხანგრძლივობა მცირდება 10...15 %-ით, ხოლო თუ იგი მუშაობს ნომინალური დატვირთვის პირობებში, მომსახურების ვადის ხანგრძლივობა მცირდება ორჯერ.

ელექტრომიმღებები არაწრფივი ვოლტ-ამპერული მახასიათებლებით, მოიხმარენ დენს, რომლის მრუდის ფორმა განსხვავდება სინუსოიდურისგან, ხოლო ასეთი დენის გავლა ელექტრო ქსელის ელემენტებში ქმნის მათზე ძაბვის ისეთ ვარდნას, რომელიც განსხვავებულია სინუსოიდურისგან და სწორედ ეს არის მიზეზი ძაბვის მრუდის სინუსოიდური ფორმის დამახინჯებისა.

სინუსოიდური ძაბვის დამახინჯების წყაროები შეიძლება დავაჯგუფოთ ძირითად ტიპებად:

1. ძალური ელექტრო მოწყობილობები: ცვლადი დენის სიხშირული ამპრავეები, მუდმივი დენის ამპრავეები, უწყვეტი კვები წყაროები UPS, გამმართველები, კონვერტორები, ტირისტონული (კონდენსატორული) სისტემები, დიოდური ხიდები, მაღალი სიხშირის სადნობი ღუმელები.

2. შემდუღებელი მანქანები, რკალური ღუმელები, მოცემული სიხშირის დენის მართვის სისტემები, რკალური სადნობი ღუმელები, შემდუღებელი ავტომატები; შემდუღებელი მანქანები და რკალური ფოლადსადნობი ღუმელები ახდენენ ჰარმონიკების ფართო და უწყვეტი სპექტრის გენერირებას, გარდამქმნელი მოწყობილობით გენერირებადი ჰარმონიკის სიხშირეებისა. [11]

3. ტრანსფორმატორები არაწრფივი მახასიათებლებით, განსკუთრებით გაჯერებით;

4. სიხშირის სტატიკური გარდამქმნელები, ციკლოკონვერტორები, გამმართველი მოწყობილობები;

5. ინდუქციური ძრავები, ძრავები, გენერატორები და ა.შ. [5], ინდუქციურ ძრავებს შეუძლიათ ჰარმონიკების გენერირება სტატორსა და როტორს შორის არსებული ღრეჩოს გამო, განსაკუთრებით გაჯერებულ ფოლადთან კომბინაციაში; როტორის ბრუნვის ნორმალური სიჩქარის დროს ჰარმონიკების სიხშირე 500-2000 ჰც დიაპაზონში იმყოფება, მაგრამ ძრავის ჩართვისას „გადის“ სიხშირის მთელ დიაპაზონს დადგენილ ნიშნულამდეც კი; ძრავების მიერ შექმნილი ხარვეზები შეიძლება მნიშვნელოვანი იყოს მათი დაბალი ძაბვის გრძელი ხაზის ბოლოში დაყენების შემთხვევაში (1 კმ-ზე მეტი); ამ შემთხვევებში გაზომილი იყო 1%-მდე სიდიდის ჰარმონიკები;

6. საყოფაცხოვრებო ტექნიკა: კომპიუტერები, ტელევიზორები, მიკროტალღოვანი ღუმელები;

7. მზრუნავი მანქანები — გენერატორები და ძრავები, რომელთა მოძრავი ველი არ არის იდეალურად სინუსოიდალური. ამასთან, შესაძლებელია პირველი რიგის ჰარმონიკების ჩაქრობა, რომლებიც უფრო მნიშვნელოვანია ვიდრე უმაღლესი ჰარმონიკები და ნაკლები მნიშვნელობა აქვთ და უფრო ცუდად ვრცელდებიან სისტემაში.

8. გაჯერებული მაგნიტური ჯაჭვები, პირველ რიგში ტრანსფორმატორები, რომლებშიც ინდუქციასა B და მაგნიტურ ველს H შორის ურთიერთობა არაწრფივია. მაგნეტიზირებული დენის პირველი მიახლოებისას შეგვიძლია მივიღოთ ის, რომ ძირითადი ჰარმონიკა ჭარბობს, ხოლო დანარჩენი ჰარმონიკები უმნიშვნელოა. თუმცა, ამასთან მაგნიტური ნაკადი და შესაბამისად ძაბვაც მომჭერებზე არ უნდა განვიხილოთ, როგორც სინუსოიდალური.

9. განათება (რკალური ვერცხლისწყლიანი ნათურა (რვნ) ვერცხლისწყლიანი ნათურები, ლუმინესცენციური ნათურები); აირგანმუხტვადი გასანათებელი მოწყობილობები და ელექტრონული ბალასტები [6].

თანამედროვე სანათ სისტემებს აქვთ რიგი თვისებებისა, რომლებიც მავნე ზეგავლენას ახდენენ მკვებავ ქსელზე და მასში ჩართულ მოწყობილობებზე. ამ თვისებებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქსელიდან მოხმარებადი დენის ჰარმონიკული დამახინჯება და სიმძლავრის დაბალი კოეფიციენტი.

უმაღლესი ჰარმონიკების ძირითადი წყაროები:

- განმუხტვადი პლაზმა;
- ტრანსფორმატორების გაჯერება დაბალვოლტიან სისტემებში;
- ელექტრონული მარეგულირებლები და ძაბვის შემზღუდველები;
- მაღალსიხშირიანი ასამუშავებელ-სარეგულირებელი აპარატი;
- კვების დაბალვოლტიანი მოწყობილობა ვარვარის ჰალოგენური ნათურები, რომლებიც ელექტრონულ ტრანსფორმატორებად იწოდებიან [4].

ელექტრონულ ქსელში ჰარმონიკის დიდი ამპლიტუდით გამოწვეული ყველაზე უფრო სერიოზული დარღვევები ხდება მძლავრი, მართვადი ვენტილური გარდამქმნელების მუშაობისას. ამასთან, ქსელში დენისა და ძაბვის უმაღლესი ჰარმონიკული შემადგენლების რიგი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$n=mk\pm 1 \quad (4.9)$$

სადაც m — გასწორების ფაზების რიცხვია;

k — ნატურალური რიცხვების თანმიმდევრული რიგი (0,1,2,...) [8].

ძაბვის არასინუსოიდურობა ელექტრომოწყობილობების მუშაობაზე ახდენს შემდეგ გავლენას:

- ელექტრონულ მანქანებში იზრდება ჯამური დანაკარგები, მცირდება მქკ (მარდი ქმედების კოეფიციენტი);

ასე მაგალითად, როდესაც ძაბვის მრუდის სინუსოიდული ფორმის დამახინჯების კოეფიციენტი $KU = 10\%$, საწარმოების, მსხვილი სამრეწველო ცენტრების ქსელებში ჯამურმა დანაკარგმა შეიძლება შეადგინოს 10...15 %.

- ხშირდება მართვისა და დაცვითი მოწყობილობების ცრუ ჩართვები, რაც იწვევს ტექნოლოგიური პროცესის შეჩერებას;
- მწყობრიდან გამოყავთ კომპიუტერები, სერვერები, ინფორმაციის მომგროვებელი და გადამცემი მოწყობილობები;
- ზემოქმედებას ახდენენ საკაბელო და ელექტროგადამცემი ხაზების იზოლაციებზე;
- იწვევენ მიწაზე ერთფაზიანი მოკლე ჩართვების გახშირებას;
- იწვევს კონდენსატორების დაზიანებას;
უარყოფითი თანმიმდევრობის ჰარმონიკების შედეგად:
- მცირდება ელექტროენერგიის აღრიცხვის სიზუსტე.
არასინუსოიდურობის წყაროებს წარმოადგენენ:
- სინქრონული ძრავები;
- გასანათებელი მოწყობილობები;;
- შესადულებელი მოწყობილობები;
- საოფისე და საყოფაცხოვრებო ტექნიკა;
- რკალური ფოლადმდნობი და ინდუქციური ღუმელები;
- ტრანსფორმატორები;
- სტატისტიკური ტრანსფორმატორები.

2.2. ძაბვის გადახრების ზემოქმედება ელექტრომიმღებების მუშაობაზე

ელექტრომიმღებების მუშაობაზე ქსელის ძაბვის მნიშვნელოვანი გავლენა გვაიძულებს განსაკუთრებული ყურადღება მივაქციოთ მომხმარებელთა მომჭერებზე ნომინალურ ძაბვასთან მიახლოებული ძაბვის შენარჩუნებას. მომხმარებლებისათვის მიწოდებული ძაბვა წარმოადგენს ელექტროენერგიის ერთ-ერთ ხარისხობრივ მაჩვენებელს.

ელექტრომომარაგების ქსელში ძაბვის ცვლილების კლასიფიცირება შეიძლება შემდეგნაირად:

1. ძაბვის ნელა მიმდინარე ცვლილებები, რომლებიც, როგორც წესი, ქსელის მუშაობას ახასიათებს. ამ ცვლილებებს უწოდებენ ძაბვის გადახრას. ძაბვის გადახრა განისაზღვრება, როგორც ელექტრომიმღებების მომჭერებზე ნამდვილი ძაბვისა და ნომინალური ძაბვის სხვაობა. ძაბვის გადახრები შეიძლება იყოს უარყოფითი და დადებითი სიდიდეები. პირველს შეესაბამება ძაბვის შემცირება ნომინალურისადმი მიმართებაში, ხოლო მეორეს - ძაბვის მომატება.

ძაბვის გადახრა ელექტრო ქსელებში განპირობებულია ცვლილებებით ქსელის დატვირთულობაში, ელექტროსადგურების სამუშაო რეჟიმში და ასე შემდეგ.

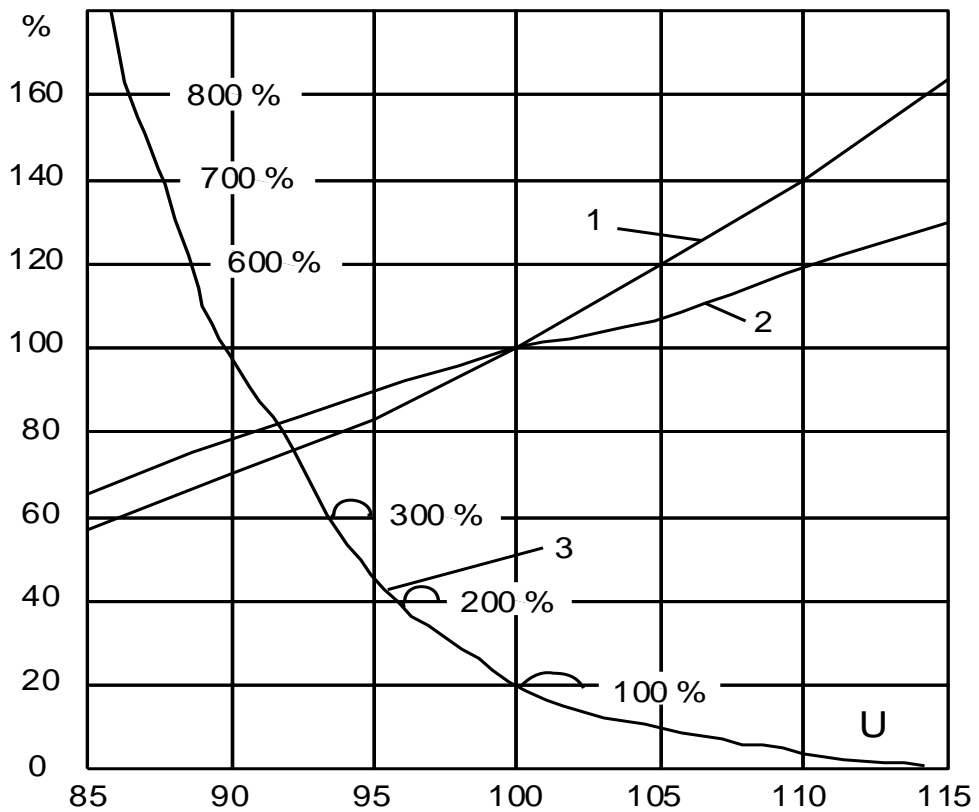
2. ელექტრულ სისტემებში ავარიის შედეგად ძაბვის სწრაფად მიმდინარე ცვლილებები და სხვა მიზეზები. მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ მოკლე ჩართვა, მანქანის მოძრაობა, დანადგარის ერთ-ერთი ელემენტის ჩართვა და გამორთვა და ასე შემდეგ. სწრაფად მიმდინარე ცვლილებები იწოდებიან ძაბვის მერყეობად.

ელექტროენერჯის ყველა მიმღები იქმნება განსაზღვრულ ნომინალურ ძაბვაზე სამუშაოდ. მომჭერებზე ძაბვის ნომინალურიდან გადახრა იწვევს ელექტრომიმღებების მუშაობის გაუარესებას.

ვარვარის ნათურების ძირითადი მახასიათებლების ცვლილებები მათ მომჭერებზე ძაბვიდან გამომდინარე მოცემულია ნახატზე 1.

აღნიშნული მრუდები აჩვენებენ ვარვარის ნათურების მუშაობაზე ძაბვის დიდ გავლენას. მაგალითად, ძაბვის 5%-ით შემცირება შეესაბამება სინათლის ნაკადის შემცირებას 18%-ით, ხოლო ძაბვის 10%-ით შემცირება იწვევს ნათურის სინათლის ნაკადის შემცირებას 30%-ზე მეტად.

ნათურების სინათლის ნაკადის დაწვეა იწვევს სამუშაო ადგილის განათების შემცირებას, რის შედეგადაც მცირდება შრომის პროდუქტიულობა და უარესდება ხარისხობრივი მაჩვენებლები.



ნახ. 1. ვარვარის ნათურების მახასიათებლები: 1 - სინათლის ნაკადი, 2 - შუქგაცემა, 3 - მომსახურების ვადა (ციფრები ორდინატაზე მრუდებისათვის 1 და 2)

სამუშაო ადგილების, გასასვლელების, ქუჩების და ა.შ. ცუდი განათება ზრდის უბედური შემთხვევების რაოდენობას ადამიანებში. ძაბვის შემცირება აუარესებს ვარვარის ნათურების მარგი ქმედების კოეფიციენტს (მქკ). ძაბვის 10%-ით შემცირება ამცირებს ნათურის შუქგაცემას 20%-ით.



ქსელის ძაბვის მომატებას მივყავართ ნათურების მარგი ქმედების კოეფიციენტის (მქკ) ზრდისკენ. მაგრამ ძაბვის მომატება ასევე იწვევს ნათურების მომსახურების ვადის ხანგრძლივობის მკვეთრ შემცირებას. ძაბვის 5%-ით გაზრდის შემთხვევაში ვარვარის ნათურების მომსახურების ვადის ხანგრძლივობა მცირდება ორჯერ, ხოლო 10%-ით გაზრდის შემთხვევაში - 3-ჯერ და უფრო მეტად.

ლუმინესცენტური ნათურები ნაკლებად მგრძობიარე არიან ქსელის ძაბვის გადახრებისადმი. ძაბვის საშუალოდ 1%-ით გადახრა იწვევს ნათურის სინათლის ნაკადის ცვლილებას 1,25%-ით.

სინათლის წყაროების ძაბვის და დენის მრუდეები და მაღალი რიგის ჰარმონიკების სპექტრი მოყვანილია დანართებში 1-14.

საყოფაცხოვრებო გამათბობელი მოწყობილობების (ღუმელები, უთოები და ა.შ.) გამახურებელი ელემენტები შედგება აქტიური წინაღობებისაგან. მათ მიერ გაცემული ქსელის ძაბვაზე დამოკიდებული სიმძლავრე გამოიხატება განტოლებით:

$$P = I^2R = U^2/R$$

რომელიც გვიჩვენებს, რომ ქსელის ძაბვის შემცირება იწვევს გამათბობელი მოწყობილობის მიერ გამომუშავებული სიმძლავრის მკვეთრ შემცირებას. ამ უკანასკნელს კი მივყავართ მოწყობილობის მუშაობის დროის მნიშვნელოვან გაზრდამდე, საკვების მომზადებაზე ელექტროენერჯის გადახარჯვამდე და ასე შემდეგ.



ყველა სხვა საყოფაცხოვრებო ელექტრომოწყობილობების მახასიათებლები ასევე დამოკიდებული არიან მოწოდებულ ძაბვის სიდიდეზეაზე. ელექტროძრავების მომჭერებზე ძაბვის ცვლილებების შემთხვევაში გრაგნილების იზოლაციის მომსახურების ხანგრძლივობის ვადა და მოხმარებული სიმძლავრე იცვლება.

ასინქრონული ელექტროძრავების მბრუნავი მომენტები მათ მომჭერებში გამავალი ძაბვის პროპორციულია. თუ ძრავის მომენტს ნომინალური ძაბვის შემთხვევაში ჩავთვლით 100%-ად, მაშინ 90% ძაბვის შემთხვევაში, მაგალითად მბრუნავი მომენტი იქნება 81%. ძაბვის ძლიერმა შემცირებამ შეიძლება მიგვიყვანოს ელექტროძრავების გაჩერებამდე ან ვეღარ შევძლოთ ელექტროძრავის ამუშავება, რომელსაც მუშაობაში მოყავს გაშვების მძიმე პირობების მქონე მანქანა-დანადგარები (ამწეები, სამსხვრეველები, წისქვილები და ასე შემდეგ). ელექტროძრავების არასაკმარისი მბრუნავი მომენტები შეიძლება გახდნენ პროდუქციის წუნის, ნახევარფაბრიკატების გაფუჭების და ასე შემდეგ მიზეზი.

ელექტროძრავების მომხმარებელთა მიერ გამოყენებული სიმძლავრის ცვლილებების დამოკიდებულებას ძაბვაზე სისტემის სტაციონარულ რეჟიმში მუშაობის დროს ეწოდება **მომხმარებელთა ელექტრული დატვირთვის სტატიკური მახასიათებლები**.

ასინქრონულ ელექტროძრავას სტატორის გრაგნილებზე მოდებული ძაბვის შემცირებისას კვადრატჯერ მცირდება მის მიერ განვითარებული მაბრუნე მომენტი. ძრავას ლილვზე მოდებული დატვირთვის მომენტის დაძლევისათვის იზრდება სტატორის დენი ანუ ქსელიდან მოხმარებული აქტიური სიმძლავრე. შესაბამისად, იზრდება ძრავას სრიალი. აქედან გამომდინარე, ძრავა ბუნებრივი მექანიკური მახასიათებლიდან გადადის სხვა – ხელოვნურ მექანიკურ მახასიათებელზე.

სრილის ზრდა ძრავაში იწვევს აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების გაზრდას. ძაბვის გაზრდის შედეგად იზრდება ძრავას მიერ განვითარებული მაბრუნე მომენტი და შედეგად სრიალი მცირდება. ეს განსაკუთრებით

მნიშვნელოვანია ძრავას გაშვებისას რადგან მექანიზმის ასამუშავებლად საჭირო სიმძლავრის გაზრდით იზრდება ძრავას ამუშავების ეფექტი. ამ შემთხვევაში, ასინქრონულ ელექტროძრავებში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები მცირდება.

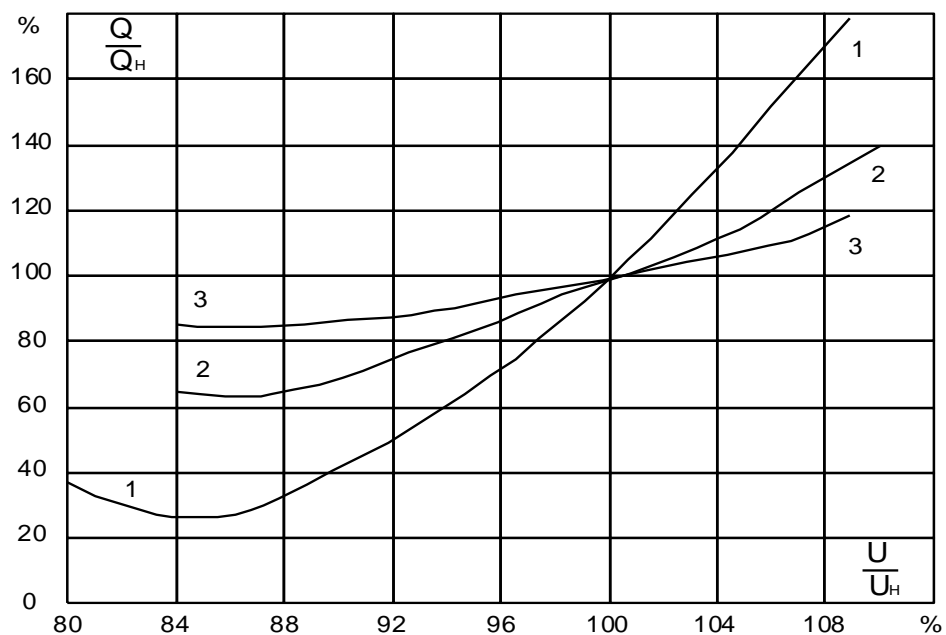
ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ელექტროძრავების აქტიური დატვირთვა, ძაბვის ცვლილებებისას, მაშინ როცა სისტემა მუშაობს ნორმალური რეჟიმის შესაბამისად, უმნიშვნელოდ იცვლება და ამიტომ იგი შეიძლება მიღებული იქნას, როგორც მუდმივი ძაბვა.



ძაბვისაგან ელექტროძრავების რეაქტიული დატვირთვების ცვლილება დამოკიდებულია დამაგნიტების რეაქტიული სიმძლავრისა და ძრავების გა(ნ)ბნეული რეაქტიული სიმძლავრის თანაფარდობაზე. დამაგნიტების რეაქტიული სიმძლავრე იცვლება დაახლოებით ძაბვის მეოთხე ხარისხის პროპორციულად. რეაქტიული სიმძლავრის გა(ნ)ბნეულობა, რომელიც დამოკიდებულია ელექტროძრავების დენზე, იცვლება დაახლოებით ძაბვის მეორე ხარისხის უკუპროპორციულად.

ნომინალურის ქვემოთ გარკვეულ მნიშვნელობამდე ძაბვის შემცირებისას ელექტროძრავების რეაქტიული დატვირთვა მნიშვნელოვნად მცირდება. იგი აიხსნება იმით, რომ დამაგნიტების დენი და შასაბამისად რეაქტიული სიმძლავრე (მბრუნავი მაგნიტური ველის შექმნისათვის ელექტრომომარაგების ქსელიდან მოხმარებული რეაქტიული სიმძლავრე), რომელიც წარმოადგენს ელექტროძრავების მიერ მოხმარებადი რეაქტიული სიმძლავრის 70%-ს, მცირდება უფრო სწრაფად ვიდრე იზრდება ძრავას სტატორისა და როტორის მიერ შექმნილი მაგნიტური სისტემის ფანტვის რეაქტიული სიმძლავრე.

რეაქტიული სიმძლავრის მოხმარების დამოკიდებულება ქსელის ძაბვაზე ზოგიერთი მომხმარებლისათვის მოყვანილია ნახ. 2-ზე. აღნიშნული მახასიათებლები გადაღებულია ექსპერიმენტული გზით, ფიზიკური მოდელის გამოყენებით. ექსპერიმენტი ჩატარებულია ჯამური რეაქტიული დატვირთვისათვის. იგი მოიცავს ძალური დანადგარების, განათების ხელსაწყოებისა და ტრანსფორმატორის რეაქტიულ დატვირთვებს.



ნახ. 2. ელექტრული დატვირთვების სტატისტიკური მახასიათებლები: 1 - ქაღალდის კომბინატი, $\cos\varphi = 0,92$; 2 - ლითონგადამამუშავებელი ქარხანა, $\cos\varphi = 0,93$; 3 - საფეიქრო ფაბრიკა, $\cos\varphi = 0,77$

ქალაქის კომბინატის რეაქტიული დატვირთვის მრუდი მნიშვნელოვნად, მკვეთრად გამოხატულ აღმავალ ხასიათს ატარებს. რაც ნაკლებია ძრავების დატვირთვა და რაც უფრო მაღალია მათი სიმძლავრის კოეფიციენტი ნომინალური ძაბვის დროს, მით უფრო მკვეთრად გამოხატულ აღმავალ ხასიათს ატარებს ქსელის ძაბვაზე დამოკიდებული მოხმარებული რეაქტიული სიმძლავრის მრუდი. ელექტროძრავების მომჭერებზე ძაბვის ხანგრძლივ შემცირებას 10%-ით მათი სრული დატვირთვის პირობებში, მიყვავართ გრაგნილების ტემპერატურის მნიშვნელოვან დასაშვებზე ზევით გაზრდამდე და ძრავების იზოლაციის ინტენსიურ ცვეთამდე. იზოლაციის ცვეთა დამოკიდებულია ტემპერატურის მნიშვნელობაზე და რიგ შემთხვევაში შეიძლება ორჯერ და მრტად უფრო სწრაფად მოხდეს, ვიდრე ნომინალური ძაბვის და ნომინალური დატვირთვის პირობებში.

თავი III. ელექტრომომხმარებელთა მიერ ქსელში ჩართვის ნებართვის მიღებისადმი წაყენებული მოთხოვნების დიფერენცირებული ნუსხის დამუშავება

ახალი ელექტრომომხმარებელთა ელექტრომომარაგების ქსელში ჩართვას საფუძვლად უნდა დაედოს ელექტრომომხმარებლის ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების პარამეტრების, მუშაობის რეჟიმებსა და არსებული ელექტრომომარაგების ქსელის გეგმასთან შეთანხმებული, შერწყმული ცალხაზოვანი სქემა [8, 21, 35]. უპირველეს ყოვლისა, უნდა განისაზღვროს ქსელის რომელი ძაბვის გამანაწილებელ მოწყობილობასთან, ან ელექტროგადამცემ ხაზთან ხორციელდება მიერთება. ამავდროულად, გათვალისწინებული უნდა იქნეს სხვა მომხმარებლების საიმედო ელექტრომომარაგების უზრუნველყოფა [12, 13, 30]. მათი დასაშვები ძაბვის ნორმით დადგენილი პარამეტრების შენარჩუნება აუცილებელია, რადგან იგი მნიშვნელოვანია აღნიშნული ქსელით მოსარგებლე სხვა მომხმარებლების ელექტრომომარაგების ხარისხის გაუმჯობესებისა და ამ მომხმარებელთა ელექტრომოწყობილობების საიმედო მუშაობისათვის. გარდა ამისა ძაბვის ნორმის ფარგლებში შენარჩუნებაზეა დამოკიდებული ელექტროგადამცემი სისტემის სტაბილურობა და ამ სისტემაში ჩართული დანადგარების მუშაობის პირობები, რაც თავის მხრივ განსაზღვრავს მათ სიცოცხლისუნარიანობას.

ქვემოთ 2 და 3 ცხრილებში მოცემულია ნორმალურ და ავარიულ რეჟიმებში ძაბვის დასაშვები გადახრები:

ა) ნორმალურ პირობებში ძაბვის დასაშვები გადახრა სხვადასხვა ნომინალური ძაბვისათვის მოცემულია ცხრილში:

ცხრილი 2. ნორმალურ პირობებში ძაბვის დასაშვები გადახრა სხვადასხვა ნომინალური ძაბვისათვის

ნომინალური ძაბვა (კვ)	6/10-0,4	110	220	330	400	500
ძაბვის დასაშვები ზღვრები	± 5%	-5%/+10%	- 5%/+7%	± 5%		

ბ) ავარიული სიტუაციის შემდგომ ძაბვის დასაშვები გადახრა სხვადასხვა ნომინალური ძაბვისათვის მოცემულია ცხრილში:

ცხრილი 3. ავარიული სიტუაციის შემდგომ ძაბვის დასაშვები გადახრა სხვადასხვა ნომინალური ძაბვისათვის

ნომინალური ძაბვა (კვ)	6/10-0,4	110	220	330	400	500
ძაბვის დასაშვები ზღვრები	± 7%	-10%/+15%	± 10%			

გადამცემ ქსელზე მიერთებული ყველა ელექტრომოწყობილობა-დანადგარი გათვლილი უნდა იყოს ჰარმონიკული დამახინჯების დასაშვები დონებისთვის, კერძოდ გადამცემ ქსელზე მიერთებული არცერთი ელექტრომოწყობილობა-დანადგარი არ უნდა იწვევდეს გადამცემ ქსელში ძაბვის ჰარმონიკულ დამახინჯებას 1.5%-ზე მეტით, ხოლო ცალკეული ჰარმონიკების შემთხვევაში – 1%-ზე მეტით.

მომხმარებლის ელექტრომოწყობილობა-დანადგარმა არ უნდა გამოიწვიოს გადამცემ ქსელზე მიერთების წერტილებში, უქმი სვლიდან ნომინალურ დატვირთვამდე ფაზათაშორისი ძაბვის ასიმეტრია ერთ პროცენტზე (1%) მეტით.

მომხმარებელმა უნდა უზრუნველყოს, რომ:

ა) ძაბვის რხევა მისი ელექტრომოწყობილობა-დანადგარის მიერთების ნებისმიერ წერტილში, დატვირთვის ცვლილების დროს არ აღემატებოდეს ძაბვის ნომინალური სიდიდის ერთ პროცენტს (1%);

ბ) მიერთების წერტილში ძაბვის ციმციმი არ უნდა აღემატებოდეს $P_{st}=0.8$ და $P_{lt}=0.6$ ზღვრებს, 95%-ის სანდოობის ინტერვალით, გაზომვების ერთი კვირის განმავლობაში.

ახალი მომხმარებლის ქსელის დაპროექტებისას და არსებულის რეკონსტრუქციის შემდეგ ექსპლუატაციაში შესვლისას გათვალისწინებული უნდა იყოს ქსელში წარმოქმნილი ელექტრომაგნიტური პროცესები და მიღებულ უნდა იქნეს ზომები მათი ოპტიმიზაციისათვის. კერძოდ უნდა

გატარდეს ღონისძიებები სისტემის მდგრადი მუშაობის შენარჩუნებისათვის.

3.1. ახალი ელექტრომომხმარებლების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების ცალხაზოვანი სქემებისადმი წაყენებული მოთხოვნები და შერჩევის პირობები

ქალაქის სწრაფი განვითარების პირობებში, კერძოდ მრავალფუნქციური და მაღალსართულიანი საცხოვრებელი და ბიზნეს კომპლექსების მშენებლობა იწვევს მოთხოვნილი სიმძლავრეების ინტენსიურ ზრდას. ქალაქის ელექტრომომარაგების ქსელის მოქმედი ცალკემდგომი სატრანსფორმატორო ქვესადგურებები სრულად ვერ უზრუნველყოფენ ახალი ობიექტების მიერთების შედეგად გაზრდილ მოთხოვნებს სიმძლავრეებს, ხოლო ამ ტიპის ახალი ქვესადგურების მშენებლობა დაკავშირებულია მრავალ პრობლემასთან. მაგალითად, იგი მოითხოვს თავისუფალი მიწის ფართობის მოძიებას, შექმნას და საკუთრებაში დარეგისტრირებას. ქვესადგურის მშენებლობას ასევე ართულებს ის, რომ სამშენებლო პროექტების უმრავლესობა არ ითვალისწინებს შესაბამის პირობებს და ფართს. აქედან გამომდინარე ელექტრომომხმარებლების მიერთებისას მნიშვნელოვნად გაიზარდა კომპლექტურ სატრანსფორმატორო ქვესადგურებს გამოყენება, რომელთა მრავალი უპირატესობები გააჩნიათ. ამ უპირატესობიდან შეიძლება გამოვყოთ ძირითადი უპირატესობები:

- მათ გააჩნიათ მცირე გაბარიტები;
- არ საჭიროებს დიდი გაბარიტების შენობის აგებას;
- აქვთ მაღალი მობილობა;
- გააჩნიათ დადგმული სიმძლავრის დიდი დიაპაზონი (250– დან 2500 კვა - მდე);
- მაღალი ქარხნული მზადყოფნა;

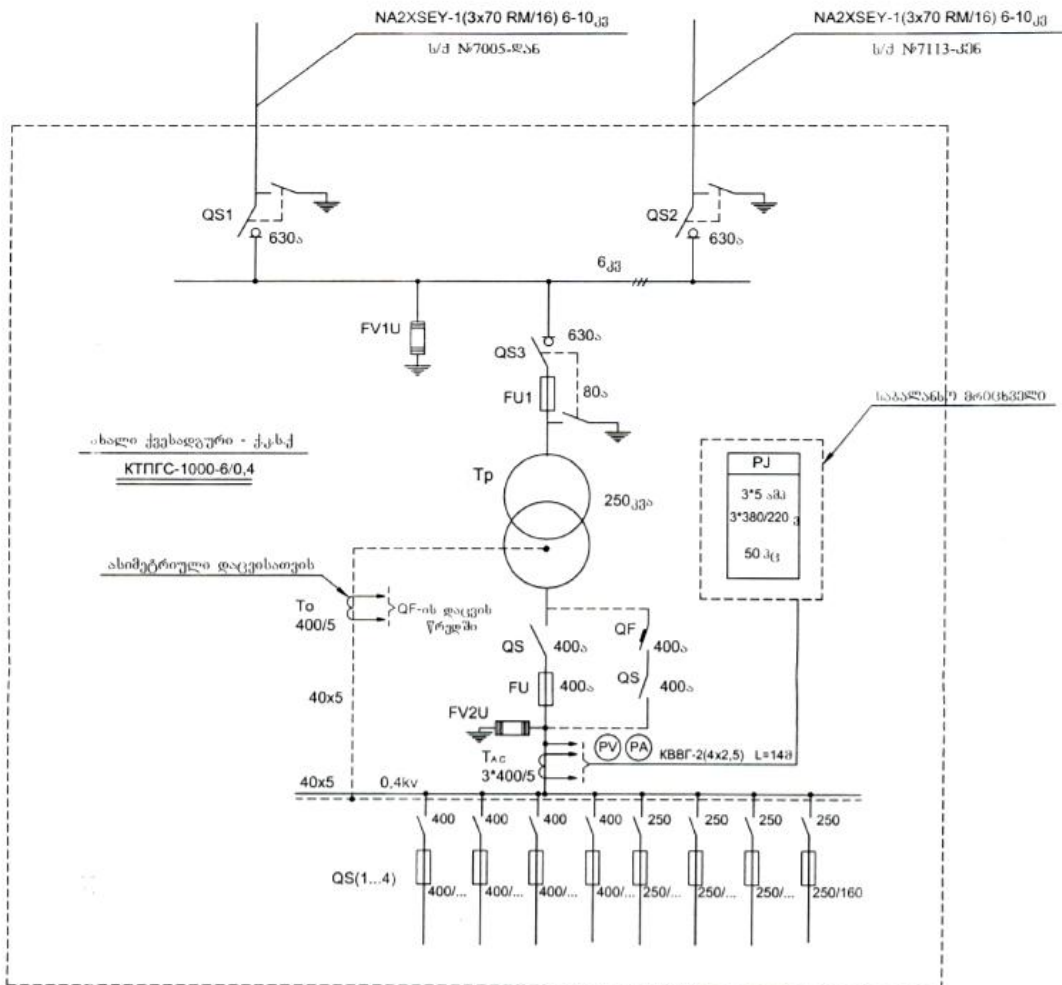
- სხვადასხვა მწარმოებლის ტრანსფორმატორების გამოყენების შესაძლებლობა;
- დანიშნულების ადგილამდე, როგორც რკინიგზით, ასევე საავტომობილო ტრანსპორტით მიტანის შესაძლებლობა;
- მცირეა სამშენებლო დანახარჯები;
- მზადდება, როგორც ერთ ტრანსფორმატორიანი, ასევე ორტრანსფორმატორიანი;
- მზადდება ყველა ტიპის ქვესადგურისათვის (ცალკემდგომი, მიშენებული, ჩაშენებული) და მათი გამოყენება შეიძლება, როგორც ღია ცის ქვეშ, ასევე შენობაში.
- მათი მაღალი და დაბალი ძაბვის გამანაწილებელი მოწყობილობები შეუძლებელია, როგორც სქემატური (ჩიხური, გამჭოლი მაგისტრალური, რგოლური), აგრეთვე სიმძლავრის თვალსაზრისით.
- ქსადგურების გამოყენება შესაძლებელია, როგორც მჭიდროდ დასახლებულ უბნებში, აგრეთვე კერძო, ინდივიდუალური აგარაკის ტიპის დასახლებებში.

ქალაქის ტიპიური კომპლექტური სატრანსფორმატორო ქვესადგურის სქემა მოყვანილია ნახ. 3-ზე.

აღსანიშნავია, რომ ხშირ შემთხვევაში აგარაკის ტიპის ახალი დასახლებებისათვის უმჯობესია ელექტრომომარაგება განხორციელდეს საშუალო (6–10 კვ) ძაბვის ქსელით საყრდენებზე დაკიდებული ჯგუფური დამწვევი ძალოვანი ტრანსფორმატორების გამოყენებით. შესაბამისად, ასეთი სქემის გამოყენებას პროექტს საფუძვლად უნდა დაედოს მომხმარებელთა ჯგუფური განაცხადი მიერთების შესახებ.

ახალიობიექტების ქსეთან მიერთების სქემის შერჩევას საფუძვლად უნდა დაედოს ელექტრომომხმარებელის ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების ელექტრომომარაგების საიმედიობა.

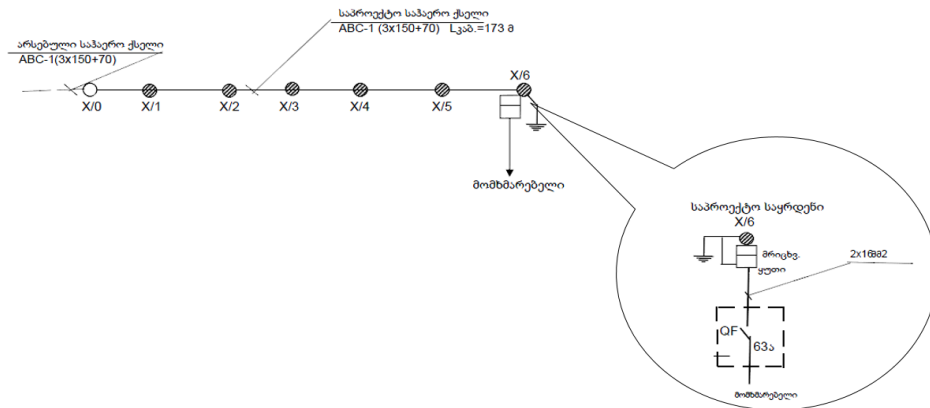
ამავდროულად, დაცული უნდა იყოს ელექტროენერჯის აღრიცხვის კვანძის მოწყობის ყველა ელექტრომომწყობილობების მოწყობის წესებით გათვალისწინებული მოთხოვნები



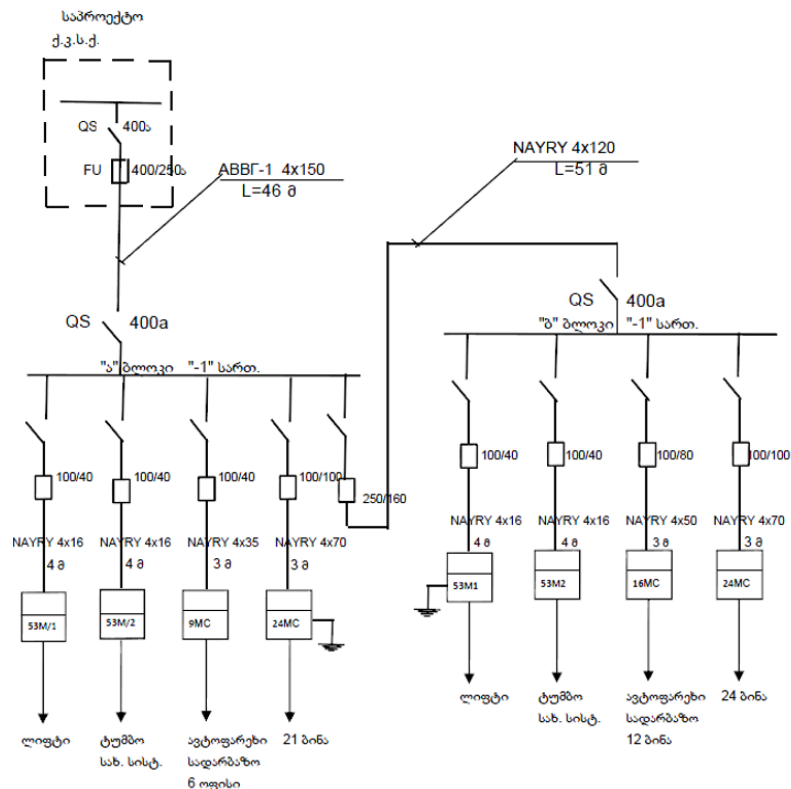
ნახ. 3. ქალაქის კომპლექტური სატრანსფორმატორო ქვესადგური ტიპური ცალხაზოვანი სქემა

არსებული სატრანსფორმატორო ქვესადგურებიდან ახალი ელექტრომომხმარებლების კვება ხორციელდება მოთხოვნილი ძაბვისა და სიმძლავრის მიხედვით. ამისათვის გამოიყენება როგორც მაგისტრალური ასევე რადიალური სქემები. ნახ. 4-ზე მოყვანილია აბონენტის საჰაერო გადამცემი ხაზთან მიერთების და კომერციული აღრიცხვის კვანძის სქემა,

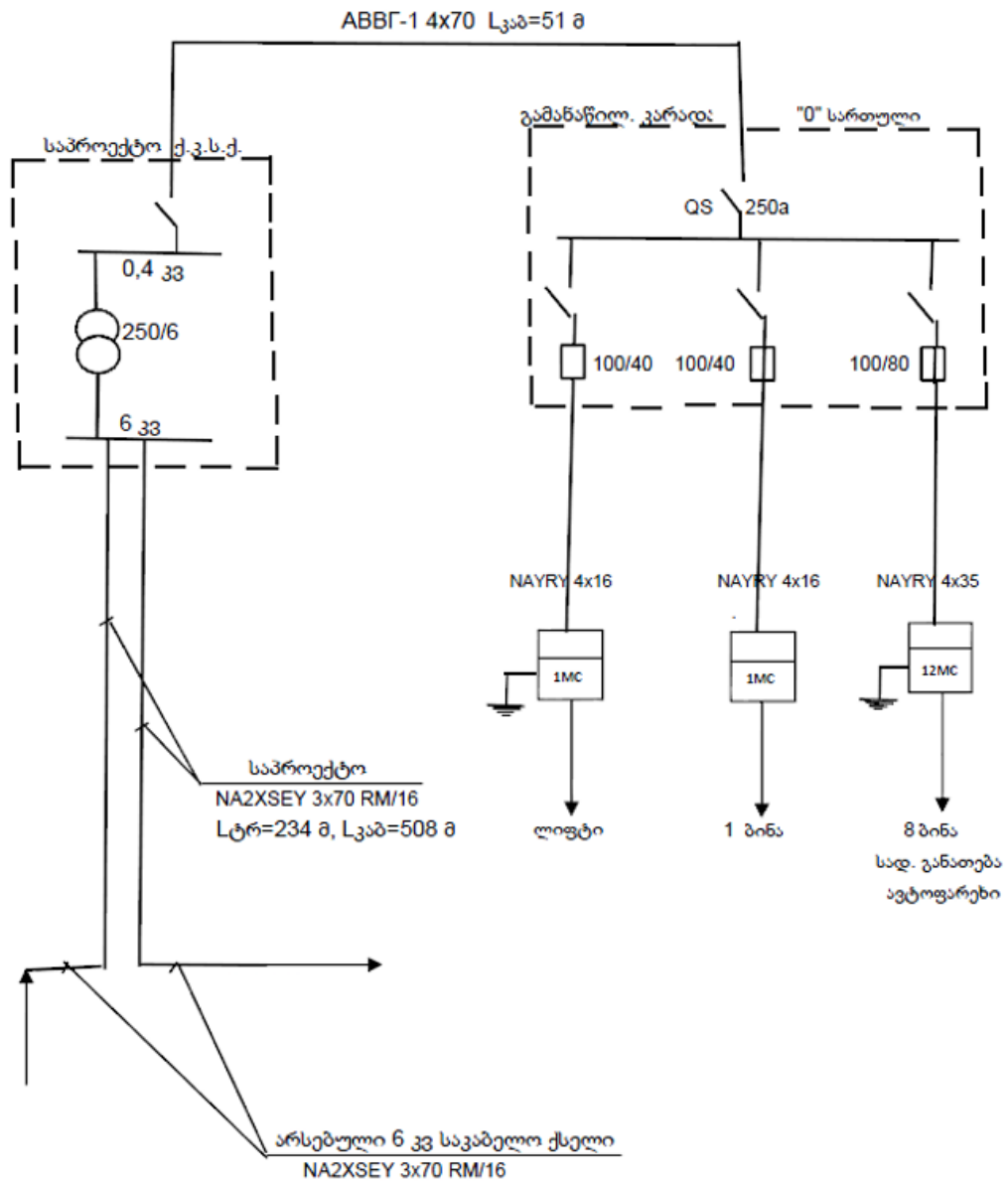
რომელზეც მოყვანილია როგორც არსებული ასევე საპროექტო საჰაერო ქსელის მონაკვეთი. აღრიცხვის კვანძი წარმოადგენს გარე მონტაჟის ლითონის ყუთს ელექტროენერჯის მრიცხველით და დამცავი საკომუტაციო აპარატით, რომელიც მოეწყობა 0,4 კვ ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზის ბოძზე მოცემული სქემის შესაბამისად.



ნახ. 4. 0,4 კვ ძაბვის არსებული და საპროექტო საჰაერო გადამცემი ხაზის და აღრიცხვის კვანძის სქემა

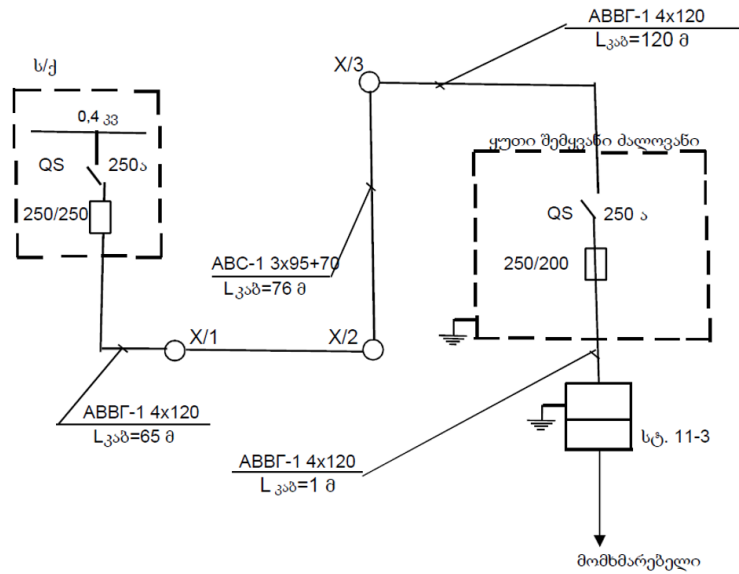


ნახ. 5. საცხოვრებელი კომპლექსის 0,4 კვ ძაბვის ელექტრომომხმარებლის ელექტრომომარაგების და ინდივიდუალური აღრიცხვის კვანძების ცალხაზოვანი სქემა

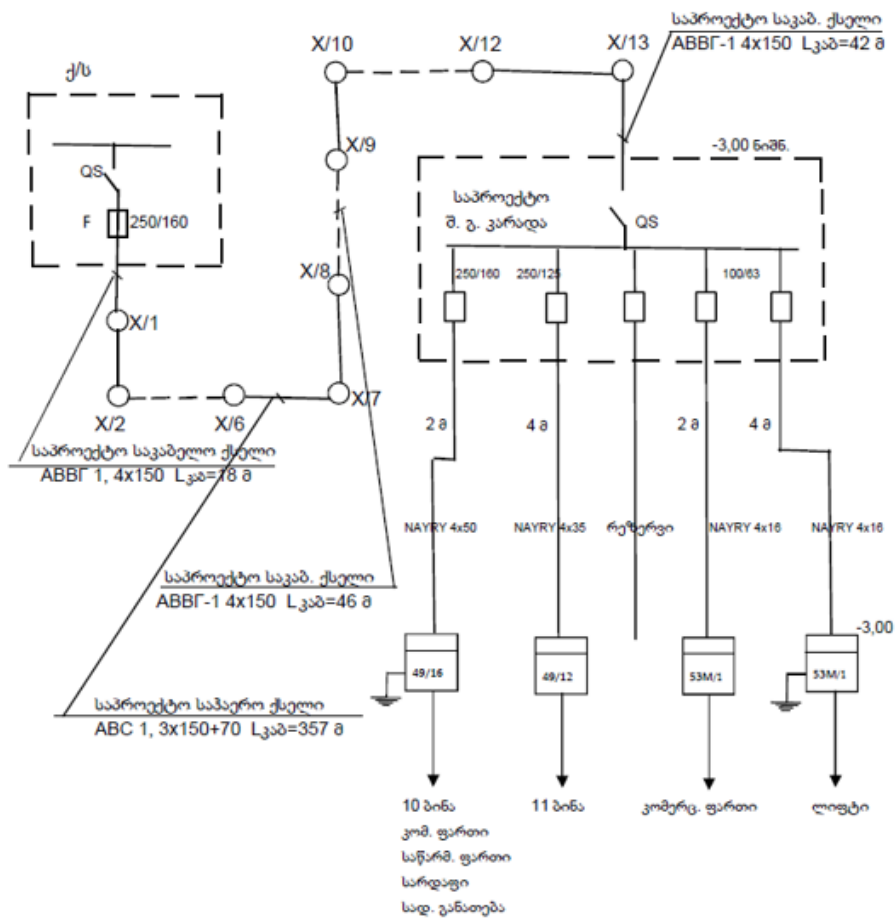


ნახ. 6. 6/0,4 კვ ძაბვის ქ.კ.ს.ქ. -ის საპროექტო ელექტრომომარაგების და 0,4კვ ძაბვის ინდივიდუალური აღრიცხვის კვანძების ცალხაზოვანი სქემა

ნახ.5 - ნახ.8 მოყვანილია ელექტრომომარგების ქსელთან ახალი აბონენტების მიერთების ყველაზე გავრცელებული სქემები როგორც მრავალ სართულიანი შენობებისათვის ასევე ინდივიდუალური სახლებისათვის.



ნახ. 7. კერძო სახლის (კოტეჯის) ელექტრომომარაგების და ინდივიდუალური აღრიცხვის კვანძების ცალხაზოვანი სქემა.



ნახ. 8. მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლის ელექტრომომარაგების და ინდივიდუალური აღრიცხვის კვანძების ცალხაზოვანი სქემა.

3.2. ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მიერ ელექტრომომარაგების ქსელში გავრცელებული კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების გავლენა ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლებზე

ელექტრომაგნიტური თავსებადობის (ემთ) მოთხოვნების დაცვა ელექტროენერგეტიკული სისტემის ფუნქციონირების ერთ ერთ უმთავრეს პირობას წარმოადგენს [15, 27, 31]. იგი ელექტრომომარაგების სისტემისა და ელექტრომომხმარებლების ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა (ეტდ) და ელექტრომომარაგების სისტემის (ემს) ელექტრული ქსელის ძირითადი და დამხმარე ელექტრომოწყობილობების, ელექტრული პარამეტრების მონიტორინგისა და ელექტროენერჯის აღრიცხვის, დაცვისა და მართვის სისტემების უსაფრთხო, გამართული და საიმედო მუშაობის უზრუნველყოფის ერთერთ უმთავრეს და აუცილებელ პირობას წარმოადგენს [18].

თავის მხრივ, ემთ-ს მაჩვენებლებს ელექტრომომხმარებლის ეტდ-ების მიერ წარმოქმნილი და ელექტრული ქსელის ძალოვან ელემენტებში გავრცელებული კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების (ემდ) შედეგად განპირობებული ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების (ეეხმ) დონეები განსაზღვრავს [19, 21].

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ახალი ელექტრომომხმარებლების ქსელთან მიერთების მოთხოვნები სრულად უნდა მოიცავდეს, როგორც ელექტრომომხმარებლის, ასევე გამანაწილებელი კომპანიის ინტერესებს და იგი უნდა აკმაყოფილებდეს ელექტრომაგნიტური თავსებადობის პირობების საფუძველზე დადგენილი საერთაშორისოდ მიღებულ ეეხ-ის მაჩვენებლების ნორმებს, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს, როგორც ელექტრომომარაგების ქსელის ძირითადი ელექტრომოწყობილობების, აგრეთვე მომხმარებლების ეტდ-ების ემთ-ის პირობები.

ყოველ ელექტრომომხმარებლებს ელექტრომომარაგების საიმედოობისა და ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლების მიმართ

ურთიერთ განსხვავებული მოთხოვნები გააჩნიათ და იგი მთლიანად დამოკიდებულია მომხმარებლის შემადგენლობაში შემავალი ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და კომპლექსების კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების მიმართ მგრძობიარობასა და მდგრადობაზე, რომელიც ელექტრომომხმარებლის ელექტრომომარაგების საიმედოობის კატეგორიის განსაზღვრის ერთ-ერთ ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს [22-24].

შესაბამისად, ახალი ელექტრომომხმარებლის ქსელში ჩართვამდე, დადგენილი უნდა იქნეს ყველა მოსალოდნელი ელექტრომაგნიტური პროცესები, რა სახის და პარამეტრების კემდ-ები წარმოიქმნება ქსელის ძალოვან ელემენტებში და ელექტროტექნოლოგიური დანადგარის მიერთების შედეგად განვითარებული ელექტრომაგნიტური პროცესები რა გავლენას მოახდენს ელექტრომომარაგების ქსელის გამანაწილებელი მოწყობილობის სალტებზე მიწოდებული ძაბვის სტატიკურ და დინამიკურ მაჩვენებლებზე. რამდენადაა დაცული ელექტრომაგნიტური თავსებადობის უზრუნველყოფის საფუძველზე დადგენილი ელექტროენერჯის ხარისხის ძირითადი მაჩვენებლების ნორმები [18, 19].

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, საჭიროა მეცნიერულად იქნეს შესწავლილი ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და კომპლექსების მუშაობის სტატიკური და დინამიკური რეჟიმები. შესაბამისად, გამოკვლევულ იქნეს დიდი სიმძლავრის „აგრესიული ხასიათის“ ეტდ-ის მიერ ემს-ის ქსელის ელემენტებში განვითარებული ელექტრომაგნიტური დინამიკური პროცესების შედეგად ემს-ის ქსელის ელემენტებში მოსალოდნელი კონდუქტიური ემდ-ების ხასიათი და პარამეტრები, დადგინდეს მათი გავლენა ეეხმ-ბსა ემთ-ზე, რათა ინდივიდუალურად განისაზღვროს ელექტრომომხმარებლისადმი ქსელში ჩართვისათვის წაყენებული მოთხოვნების ნუსხა.

შესაბამისად, შესწავლილ იქნეს მძლავრი, ფართოდ გავრცელებული ეტდ-სა და კომპლექსების მუშაობის რეჟიმები, გამოკვლევულ იქნეს მათ

მიერ ემს-ს ელექტრული ქსელის ელემენტებში განვითარებული ელექტრომაგნიტური დინამიკური პროცესების შედეგად ქსელის ელემენტებში წარმოქმნილი ემდ-ის ხასიათი და პარამეტრები. დადგინდეს ემდ-ბის გავლენა ემს-ის ელექტრული ქსელის გამანაწილებელი მოწყობილობის სალტებზე ელექტროენერგიის ხარისხის მაჩვენებლების დონეებზე და ეეხ-ის მაჩვენებლების შესაბამისობა ელექტრომაგნიტური თავსებადობის საფუძველზე დადგენილ ნორმატივებთან.

თავის მხრივ, ეეხ-ის მაჩვენებლები [18] - ის მიხედვით დაყოფილია სამ ჯგუფად. პირველი და მეორე ჯგუფში შემავალი ეეხმ-ის მაჩვენებლები ნორმირებულია და მათზე დადგენილია ორი დონე - ნორმალური და დასაშვები. მესამე ჯგუფის ეეხმ-ის ნორმირება შეუძლებელია, რადგან ისინი შემთხვევითობაზე არიან დამოკიდებული. ამ მხრივ, დიდი მნიშვნელობა აქვს მათ შესახებ სტატისტიკური ინფორმაციის მოპოვებას ელექტრომომარაგების სისტემის ნორმალური ექსპლუატაციისათვის.

ელექტრომომარაგების ქსელთან მისაერთებელი ელექტრომომხმარებლების შემადგენლობაში არსებული ეტდ-ები ურთიერთ განსხვავებული ელექტროდინამიკური თვისებებით ხასიათდებიან. შესაბამისად, განსხვავებულია მათ მიერ წარმოქმნილი და ქსელში გავრცელებული ემდ-ები. ბევრი ეტდ ქსელში ერთდროულად წარმოქმნას რამოდენიმე სახის ელექტრომაგნიტურ დაბრკოლებებს. აქედან გამომდინარე, ახალი ობიექტის მიერთების მოთხოვნების განსაზღვრისათვის საჭიროა დადგინდეს ელექტრომომხმარებლის შემადგენლობაში შემავალი ცალკეული ეტდ-ის მიერ წარმოქმნილი კემდ-ები.

ელექტროენერგიის მომხმარებლების ძირითადი ეტდ-ები ქსელზე ზემოქმედების მიხედვით შეიძლება დაყოს სამ ჯგუფად - მშვიდი, აქტიური და აგრესიული. მშვიდ ჯგუფში გაერთიანებულია სიმეტრიული დატვირთვის მქონე ეტდ-ები, რომელთა დატვირთვის დენის მრუდს კვაზი სინუსოიდალური ფორმა აქვს და მკვეთრი ცვალებადობით არ

ხასიათდებიან. აგრესიულ ეტდ-ების ჯგუფს მიეკუთვნება ასიმეტრიული დატვირთვის, დამახინჯებული ფორმის მრუდისა და მკვეთრად ცვალებადი დატვირთვის მქონე ეტდ-ები და კომპლექსები.

კვლევებისათვის შერჩეულია ეტდ, რომლებშიც გამოკვეთილად დომინირებს შემდეგი ძირითადი მაჩვენებლები: დაბალი რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტი, ძაბვის დამყარებული მნიშვნელობის გადახრა, ძაბვის ცვლილების ზღვრულ მნიშვნელობებს შორის ნაზრდი, ციმციმის (ფლიკერის) დოზა, ძაბვის მრუდის სინუსოიდალურობის დამახინჯება, ძაბვის ასიმეტრიულობა, ძაბვის სიღრმისეული ჩავარდნა და დროებითი გადაძაბვა.

1. თანამედროვე ელექტრომიმღებების მიერ მოხმარებული ელექტროენერჯის 80% არა მართვად და სიხშირულ-რეგულირებადი მოკლედ შერთული როტორიანი ასინქრონული ელექტროამძრავებით (აეა) აღჭურვილ ეტდ-ზე მოდის. აქედან გამომდინარე, ასინქრონული ელექტროამძრავების გამოკვლევას ემთ-ის თვალსაზრისით უდიდესი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. აღსანიშნავია, რომ აეე-ებს დაბალი რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტი (0,65-0,8) გააჩნიათ, განსაკუთრებით უქმი სვლის რეჟიმში [20, 21]. აეა-ის ამუშავების დენი $I_{აა} = K_{აა} I_{ნაა}$ (სადაც $K_{აა} = 5,0-7,5$ - ძრავას გაშვების კოეფიციენტია). ასინქრონული ძრავის გაშვებისას წარმოქმნილი ძაბვის ჩავარდნა $\delta U_{აა} = \delta U_{აა} + \delta U_{აა} = K_{აა} I_{ნაა} Z_{ეძვ}$ (სადაც $Z_{ეძვ}$ - ძრავას ექვივალენტური წინააღობაა).

2. ელექტრორკალური სადნობი ღუმელები (ერსლ) 0,4–დან 140 მვა სიმძლავრისა მზადდება და მათი საღუმელე ტრანსფორმატორის მაღალი ძაბვა 6, 10, 35 და 110 კვ ძაბვას შეადგენს. ერსლ-ების დატვირთვის დენები, დნობის მთელი ციკლის განმავლობაში მკვეთრად ცვალებად ხასიათს ატარებს და მძლავრი პიკებით ხასიათდება. ისინი მოკლედშერთვის საექსპლუატაციო რეჟიმში მუშაობენ [21]. ფაზებში დენების რხევები არა ერთდროულად მიმდინარეობს და იგი დენისა და ძაბვის დინამიკურ

ასიმეტრიულობას განაპირობებს. ერსლ-ების მიერ წარმოქმნილი კემდ-ები სხვადასხვა ხასიათისაა და დიდ ფარგლებში იცვლება [18] (ცხრ. 3).

შესაამისად, ერსლ-ების მიერ გენერირებულ სპექტრში მე-2 მე-13 მაღალი რიგის ჰარმონიკები დომინირებს. ამავდროულად, ერსლ-ების მუშაობისას ადგილი აქვს ფლიკერის მოვლენას და იგი 0,15–0,98 ფარგლებში იცვლება.

ცხრილი 4. ელექტრორკალური სადნობი ღუმელების ძაბვის მახასიათებლების ცვლილება

ერსლ-ის მაღალი ძაბვა, კვ.	ძაბვის გადახრა, %	ძაბვის რხევა, %	ძაბვის არასინუსოიდალურობა, %	ძაბვის ასიმეტრია, %
6,10	(-6) – (+6)		0,5 – 5	1 – 6
35	(-5) – (+5)	1 – 6	0,7 – 4	0,5 – 5
110	(-6) – (+7)	0,5 – 3	0,1 – 2	0,5 – 3

3. მძლავრი კონტაქტური შედელების დანადგარების (კმდ) დატვირთვის გრაფიკის იმპულსური ხასიათი იწვევს ძაბვის მკვეთრ ჩავარდნას. იგი დამოკიდებულია კმდ-ის ჩართვის მეთოდზე [20]. უმრავლეს შემთხვევაში კმდ-ების ჩართვისათვის გამოიყენება ტირისტორული კონტაქტორები. ასეთ შემთხვევაში ძაბვის ჩავარდნა 0,02 წამს გრძელდება.

4. მართვად ეტდ-ებში ფართოდ გამოიყენება ტირისტორული სიხშირული გარდამსახები. ეს დანადგარები გამოიყენება ცვლადი სიმძლავრის ასინქრონულ ელექტროამძრავებში, დიელექტრიკულ გახურების საშრობ და თერმიულად დამუშავების დანადგარებში, ლითონების ინდუქციურ საწრთობ და მოსაპირსალეხელ დანადგარებში. გარდამსახების სიხშირე 500–4000 ჰერც-ს შეადგენს, ხოლო სიმძლავრე 60–დან 1600 კვტ-მდე იცვლება [19]. გარდამსახები ქსელში სიმეტრიულ კემდ-ებს წარმოქმნიან. წარმოქმნილი მრკ-ების სპექტრის პარამეტრები გარდამსახის გამომავალი ძაბვის ფუნქციაში დიდ ფარგლებში იცვლება.

გამოკვლეულია, რომ დიდი სიმძლავრის ფართოდ გავრცელებული „აგრესიული ხასიათის“ ეტდ-სა და კომპლექსების მუშაობის რეჟიმები და მათი მიერთების შედეგად ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტებში განვითარებული ელექტრომაგნიტური დინამიკური პროცესები. განისაზღვრულია ეტდ-ის მიერ ქსელის ელემენტებში წარმოქმნილი ემდ-ის ხასიათი და პარამეტრები. დადგენილია ემდ-ბის გავლენა გამანაწილებელი კომპანიის ელექტრული ქსელის გამანაწილებელი მოწყობილობის სალტებზე ეხმ-ის დონეებზე და ეხმ-ის შესაბამისობა ელექტრომაგნიტური თავსებადობის საფუძველზე დადგენილ ნორმატივებთან.

3.3. ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების ქსელზე ზეგავლენის მიხედვით გამოკვლევა და ახალი ელექტრომომარაგების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთებისათვის მოთხოვნებთან პაკეტების განსაზღვრა

ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მოქმედების პრინციპებსა და ძალოვან წრედებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი დაბრკოლებების გამოკვლევის საფუძველზე, დადგენილია, რომ ქსელზე ზეგავლენის თვალსაზრისით, არსებობს, მშვიდი, აქტიური და აგრესიული ხასიათის ეტდ-ები. ამასთან, ელექტრომომარაგების ელექტრომომარაგების ქსელზე ზეგავლენის შედეგების შეფასების საფუძველზე, ახალი ობიექტების ქსელთან მიერთების პირობები მიზანშეწონილია წარმოდგენილი იქნეს ოთხი მოთხოვნათა პაკეტის საშუალებით. შემოთავაზებულია ობიექტისათვის პაკეტის დადგენის მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ეტდ-ის ჯგუფის სიმძლავრეთა მომხმარებლის ჯამურ სიმძლავრეში მონაწილეობის

პრინციპზე, ეტდკ-ების ჯგუფების ზეგავლენის კოეფიციენტების საშუალებით.

ყოველი ელექტრომომხმარებელი მის შემადგენლობაში არსებული ელექტროტექნოლოგიური დანადგარებისა და კომპლექსების (ემდკ) მუშაობის პრინციპების, ტექნოლოგიური დანიშნულებისა და მათი ელექტრო და ელექტრომექანიკურ სისტემებში მიმდინარე ელექტროდინამიკური პროცესების ხასიათისა და მასშტაბების თვალსაზრისით, ინდივიდუალობით გამოირჩევა [18]. კერძოდ, განსხვავებულია, როგორც მათ მიერ ქსელისადმი ელექტრომომარაგების საიმედოობისა და მიწოდებული ელექტროენერჯის (მაბვის) ხარისხის მიმართ წაყენებული მოთხოვნები, აგრეთვე მათი გავლენა ელექტრომომარაგების ქსელში მიმდინარე ელექტროდინამიკურ პროცესებზე [19]. ამასთან, ხშირ შემთხვევაში, რადიკალურად განსხვავებულია მათ მიერ ელექტრომომარაგების ქსელში წარმოქმნილი და გავრცელებული კონდუქტიური დაბრკოლებები ხასიათითა და მასშტაბით, რაც რიგ შემთხვევაში დამანგრეველ ზემოქმედებას ახდენს როგორც ქსელის ელემენტებზე, აგრეთვე მათთან ერთად საერთო გამანაწილებელ ქსელში ჩართული სხვა მომხმარებლების ელემენტებსა და ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების ელექტრო და ელექტრომექანიკურ სისტემებზე [20].

ახალი ობიექტის ქსელთან მიერთების პირობების განსაზღვრა რთულ და მრავალ ფაქტორზე დამოკიდებულ პროცესს წარმოადგენს. მიერთების პირობების განსაზღვრის მიზანს ელექტრომომხმარებლის საიმედო, საერთაშორისო ნორმებით დადგენილი მაჩვენებლების ძაბვით ელექტრომომარაგება და ქსელში ელექტრომაგნიტური თავსებადობის პირობების უზრუნველყოფა წარმოადგენს [18]. შესაბამისად, ახალი ობიექტის ქსელში ჩართვის ან ძველი მომხმარებლის ელექტრული ქსელის შეცვლის (გამოწვეული თანამედროვე ეტდკ-ების დანერგვით ან ძველის მოდერნიზაციით) შემთხვევაში, ელექტროენერჯის მიწოდების

აღდგენისათვის, მომხმარებელმა გამანაწილებელ კომპანიას უნდა წარუდგინოს სრული ინფორმაცია ერთის მხრივ, მისაწოდებელი ელექტროენერჯის საიმედოობის, ძაბვის ხარისხის მაჩვენებლებისა და მეორეს მხრივ, მომხმარებლის ეტდკ-ების ქსელზე ზეგავლენის შესახებ, დადასტურებული სათანადო კვლევებითა და გამოთვლებით.

მნიშვნელოვანია, რომ ეტდკ-ების ქსელზე ზეგავლენის გამოკვლევის საფუძველზე, ცალკეული ობიექტებისათვის, დადგინდეს ქსელზე მიერთების მოთხოვნათა პაკეტის რამდენიმე ვარიანტი და დამუშავდეს მოთხოვნათა პაკეტის კონკრეტულ ობიექტისათვის შერჩევის მეთოდოლოგია.

აღსანიშნავია, რომ ელექტრომომხმარებლების ქსელისადმი მოთხოვნები და ქსელზე ზეგავლენა სრულად დამოკიდებულია მათ შემადგენლობაში არსებული ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების სიმძლავრეებზე, მოქმედების პრინციპებსა და ძალოვან წრედებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტურ და ელექტრომექანიკურ დინამიკურ პროცესებზე [23, 24].

აღნიშნული პროცესების შედეგად წარმოქმნილი ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების ხასიათისა და პარამეტრების ქსელზე ზეგავლენის თვალსაზრისით, ეტდკ-ები პირობითად შეიძლება დაყვით სამ ჯგუფად: პირველი-მშვიდი ხასიათის, მეორე - აქტიური ხასიათისა და მესამე - აგრესიული ხასიათის.

მშვიდი ხასიათის ეტდ-ის ჯგუფში გაერთიანებულია ეტდკ-ები, რომლებიც ძირითადად მუშაობის ხანგრძლივი რეჟიმით ხასიათდებიან, მათი აქტიური და რეაქტიული დატვირთვის დენები უმნიშვნელოდ იცვლება, სამფაზა ეტდკ-ში დატვირთვები თანაბრადაა გადანაწილებული ფაზებზე, დატვირთვის დენებს არ გააჩნიათ მკვეთრად გამოხატული ბიძგები და დატვირთვის დენის მრუდის ფორმა სინუსოიდალური ან კვაზი სინუსოიდალური ფორმისაა.

მშვიდი ხასიათის დანადგარების ჯგუფში შედიან: არა მდოვრე რეგულირების წინააღმდეგობით გახურების პრინციპზე დაფუძნებული გასახურებელი, სადნობი და გათბობის ტექნოლოგიური დანადგარები; კალორიფერები; სამფაზა ასინქრონული და სინქრონული ძრავებით აღჭურვილი კომპრესორები, ვენტილატორები, აირგამწოვები, კონდენციონერები; წყალმომარაგებისა და ტექნოლოგიური სითხეების ტუმბოები; პერიოდული და უწყვეტი მოქმედების თერმომოპლასტური დანადგარები; ქაღალდის დამამზადებელი მანქანები; სართავ-საქსოვი და სამღებრი დანადგარები; ელექტროქიმიური ტექნოლოგიური დანადგარები; ესკალატორები; კონვეიერები და ყველა სხვა მუშაობის ხანგრძლივი რეჟიმის მქონე დანადგარები.

მშვიდი ხასიათის ეტდ-ის ჯგუფში შემავალი დანადგარები ქსელში არ წარმოქმნიან ისეთი ხასიათისა და პარამეტრების ელექტრომაგნიტურ დაბრკოლებებს რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას მოახდენენ ელექტრომაგნიტური თავსებადობით გათვალისწინებულ ელექტროენერჯის (ძაბვის) ხარისხის მაჩვენებლებზე.

აქტიური ხასიათის ეტდკ-ის ჯგუფში შედიან ხანმოკლე და განმეორებით ხანმოკლე რეჟიმში მომუშავე ეტდკ-ები, რომელთა აქტიური და რეაქტიული დატვირთვის დენები ტექნოლოგიური პროცესის მიხედვით მნიშვნელოვნად იცვლება, ცალკეული ფაზების დატვირთვები განსხვავებულია, დატვირთვის დენები წინასწარ დაუდგენელი კანონით იცვლება და რიგ შემთხვევაში მცირე ბიძგები გააჩნიათ, დატვირთვის დენის მრუდის ფორმა დამახინჯებულია უმნიშვნელოდ, მაგრამ ძაბვის სხვა პარამეტრების ცვალებადობა დაბალი სიჩქარით მიმდინარეობს.

აქტიური ხასიათის ეტდ-ის ჯგუფში შედიან: ხიდურა და კომპურა ამწეები; ტელფერები; სატვირთო და სამგზავრო ლიფტები; ლითონმჭრელი ჩარხები; ერთფაზა და სამფაზა ღუმელები საფეხურებრივი რეგულირებით.

აქტიური ხასიათის ეტდ-ის ჯგუფში შემავალი დანადგარები ქსელში წარმოქმნიან ისეთი ხასიათისა და პარამეტრების ელექტრომაგნიტურ

დაბრკოლებებს რომლებიც მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენენ ქსელისა და სხვა მომხმარებლების მუშაობის რეჟიმებზე და აუარესებენ მათ ენერგეტიკულ მაჩვენებლებს.

აგრესიული ხასიათის ეტდ-ის ჯგუფს მიეკუთვნება ერთფაზა და სამფაზა, ხანმოკლე და განმეორებით ხანმოკლე რეჟიმში მომუშავე ელექტროტექნოლოგიური დანადგარები და კომპლექსები, რომელთა აქტიური და რეაქტიული დატვირთვის დენები მკვეთრად გამოხატული ბიძგებით ხასიათდება, აქვთ მკვეთრად გამოხატული სტატიკური და დინამიკური ასიმეტრიული რეჟიმები, მნიშვნელოვნად დამახინჯებულია მათი დატვირთვის დენის მრუდის ფორმა, მკვეთრად განსხვავებულია ცალკეული ფაზების დატვირთვის დენების მოქმედი მნიშვნელობები, მაღალია დატვირთვის დენის მრუდის ფორმის დამახინჯების კოეფიციენტი და მუშაობის პროცესში დამოუკიდებლად იცვლება ცალკეულ ფაზებში.

აგრესიული ხასიათის ეტდ-ის ჯგუფში შედიან: ერთფაზა და სამფაზა ცვლადი დენის მართვადი და არამართვადი გამმართველით აღჭურვილი ელექტრორკალური შედუღების დანადგარები; მუდმივი დენის ერთფაზა და სამფაზა, მართვადი და არამართვადი ელექტრორკალური ღუმელები; ელექტროპლაზმური დანადგარები; მართვადი გამმართველებით აღჭურვილი წინაღობით გახურების ელექტროტექნოლოგიური დანადგარები; მუდმივი დენის „ტირისტორული გარდამსახ - ძრავას“ სისტემით შესრულებული ავტომატიზირებული ელექტროამძრავებით აღჭურვილი დანადგარები; „სიხშირული გარდამსახ-ძრავას“ სისტემით შესრულებული ცვლადი დენის ელექტროამძრავებით აღჭურვილი ტექნოლოგიური დანადგარები; საშუალო, მაღალი და ზემოდალი სიხშირის გასახურებელი, საწრთობი და მოსაპირსალებელი ინდუქციური ტექნოლოგიური დანადგარები; დიელექტრიკული ტექნოლოგიური გახურების დანადგარები; საგლინავი დგანები.

აგრესიული ხასიათის ეტდ-ის ჯგუფში შემავალი დანადგარები წარმოქმნიან და ქსელში ავრცელებენ დიდი მასშტაბის დაბრკოლებებს, რომლებიც მნიშვნელოვნად აუარესებენ ელექტრომომარაგების ძაბვის ხარისხის მაჩვენებლებს და ელექტრომაგნიტურ თავსებადობას.

ახალი ობიექტების მიერ ქსელში ჩართვის ნებართვის მიღებისათვის წაყენებული მოთხოვნების ნუსხა (არსებული მდგომარეობისა და გასატარებელი ტექნიკური ღონისძიებების შესახებ) უნდა იყოს არა ერთიანი, სტანდარტული ყველა მოთხოვნის მომცველი (რომელიც მოიცავს პრაქტიკაში არსებული ყველა ეტდკ-ების ქსელზე ზეგავლენას), არამედ დიფერენცირებული, რომელიც გაითვალისწინებს მხოლოდ კონკრეტული, მიერთების ნებართვის მაძიებელი მომხმარებლის შემადგენლობაში არსებულ ეტდკ-ში მიმდინარე ელექტროდინამიკური პროცესების შედეგად წარმოქმნილ ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების ზეგავლენას ელექტრომომარაგების ქსელზე.

მძიმე და მსუბუქი მრეწველობის საწარმოებში, სამშენებლო მასალების და ქიმიური სასუქების დამამზადებელ და სხვა დანიშნულების ქარხნებში, სოფლის მეურნეობის პროდუქტების გადამამუშავებელ საწარმოებში, საქალაქო და სხვა დანიშნულების ობიექტებში არსებული ძირითად ეტდკ-ების და დამხმარე მექანიზმების ელექტრომექანიკურ სისტემებში მიმდინარე პროცესების გამოკვლევისა და ელექტრომომარაგების ქსელზე განპირობებული ზეგავლენის შედეგების შეფასების საფუძველზე, დადგენილია, რომ ახალი ობიექტების ქსელთან მიერთების მოთხოვნების ნუსხა მიზანშეწონილია წარმოდგენილი იქნეს მოთხოვნათა პაკეტის ოთხი - I, II, III და IV ვარიანტის საშუალებით.

პაკეტი I მოიცავს მოთხოვნებს რომლებიც ძირითადად დაკავშირებულია მშვიდი ხასიათის ეტდ-ის ჯგუფში შემავალი დანადგარების მიერ ქსელში წარმოქმნილ ელექტრომაგნიტურ დაბრკოლებებთან. მოთხოვნათა პაკეტი II – ში შედიან აქტიური ხასიათის ეტდკ-ები და მოთხოვნათა პაკეტი III –ში - აგრესიული ხასიათის ეტდკ-ები.

მოთხოვნათა პაკეტი IV განკუთვნილია ობიექტებისათვის, რომელთაც გააჩნიათ საკუთარი ელექტროენერჯის წყარო და იგი I, II, III პაკეტთან ერთად გამოიყენება.

აღსანიშნავია, რომ ელექტრომომხმარებლების მკაფიოდ ურთიერთგამიჯვნა, ამა თუ იმ მოთხოვნათა პაკეტს მიკუთვნება და ამის საფუძველზე ელექტრომომარაგების ქსელში ჩართვის პირობების ნუსხის განსაზღვრა, რიგ შემთხვევაში, შეუძლებელია. ამ პირობებში, ასეთი ობიექტის ქსელში ჩართვის ნებართვისადმი წაყენებული მოთხოვნების ნუსხის (პაკეტის) განსაზღვრა მხოლოდ არამკაფიო ლოგიკის გამოყენებითაა შესაძლებელი.

ახალი ობიექტების მოთხოვნათა პაკეტის განსაზღვრის არამკაფიო ლოგიკისა და ნეირონული ქსელების საფუძველზე შედგენილი სისტემის გამოყენება ნებართვის მაძიებელთა პრაქტიკოსი სპეციალისტებისათვის რთული და რიგ შემთხვევაში შეუძლებელი იქნება. ამიტომ, ნაშრომში შემოთავაზებულია პაკეტის განსაზღვრის გამარტივებული პრაქტიკული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ეტდკ-ის ჯგუფის სიმძლავრეთა მომხმარებლის ჯამურ სიმძლავრეში მონაწილეობის პრინციპზე და განისაზღვრება ცალკეული ეტდკ-ების ჯგუფებისათვის ზეგავლენის კოეფიციენტის საშუალებით:

მშვიდი ხასიათის ეტდკ-ის ჯგუფისათვის

$$K_{მშვ} = P_{მშვ}/P_{მომხმ} ;$$

აქტიური ხასიათის ეტდკ-ის ჯგუფისათვის

$$K_{აქტ} = P_{აქტ}/P_{მომხმ};$$

აგრესიული ხასიათის ეტდკ-ის ჯგუფისათვის

$$K_{აგრ} = P_{აგრ}/P_{მომხმ} ,$$

სადაც $P_{მშვ}$, $P_{აქტ}$ და $P_{აგრ}$ - შესაბამისად, მშვიდი, აქტიური და აგრესიული ხასიათის ეტდკ-ის ჯამური აქტიური დატვირთვაა, კვტ;

$P_{მომხმ}$ - ელექტრომომხმარებლის ჯამური აქტიური დატვირთვაა, კვტ.

$$P_{მომხმ} = \Sigma P_{მშვ} + \Sigma P_{აქტ} + \Sigma P_{აგრ};$$

$$K = (\Sigma P_{\text{მგ}} + \Sigma P_{\text{ექტ}} + \Sigma P_{\text{აგრ}}) / P_{\text{მომხმ.}}$$

საერთაშორისო ნორმებიდან გამომდინარე, ყოველი ეტდკ-ს ჯგუფის გავლენა ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებელზე 10%-ის ფარგლებში უმნიშვნელოა, აქედან გამომდინარე ეტდკ-ების ჯგუფების ზეგავლენის კოეფიციენტების მნიშვნელობების ანალიზის საშუალებით დგინდება მოთხოვნათა პაკეტი. რადგან, მოთხოვნათა მომდევნო პაკეტი მოიცავს ყველა წინა პაკეტის მოთხოვნებს, ამიტომ მომდევნო რიგის პაკეტი აიღება იმ შემთხვევაში თუ მისი სიმძლავრეთა მონაწილეობის კოეფიციენტი 0,2-ზე მეტია.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ რომ:

- ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მოქმედების პრინციპებსა და ძალოვან წრედებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური და ელექტრომექანიკური დინამიკური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი დაბრკოლებების გამოკვლევის საფუძველზე ეტდკ-ები, ქსელზე ზეგავლენის თვალსაზრისით, მიზანშეწონილია პირობითად დავყოთ სამ ჯგუფად: მშვიდი, აქტიური და აგრესიული ხასიათის.
- ელექტრომომხმარებლების ელექტრომომარაგების ქსელზე ზეგავლენის შედეგების შეფასების საფუძველზე, ახალი ობიექტების ქსელთან მიერთების პირობები მიზანშეწონილია წარმოდგენილი იქნეს ოთხი: I, II, III და IV მოთხოვნათა პაკეტის საშუალებით. შემოთავაზებულია პაკეტის დადგენის გამარტივებული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ეტდკ-ის ჯგუფის სიმძლავრეთა მომხმარებლის ჯამურ სიმძლავრეში მონაწილეობის პრინციპზე და განისაზღვრება ცალკეული ეტდკ-ების ჯგუფებისათვის ზეგავლენის კოეფიციენტების საშუალებით.

დასკვნები

1. გამოკვლეულია დიდი სიმძლავრის ფართოდ გავრცელებული „აგრესიული ხასიათის“ ეტდ-სა და კომპლექსების მუშაობის რეჟიმები და მათი მიერთების შედეგად ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტებში განვითარებული ელექტრომაგნიტური დინამიკური პროცესები. განისაზღვრულია ეტდ-ის მიერ ქსელის ელემენტებში წარმოქმნილი ემდ-ის ხასიათი და პარამეტრები. დადგენილია ემდ-ბის გავლენა გამანაწილებელი კომპანიის ელექტრული ქსელის გამანაწილებელი მოწყობილობის სალტებზე ეეხმ-ის დონეებზე და ეეხმ-ის შესაბამისობა ელექტრომაგნიტური თავსებადობის საფუძველზე დადგენილ ნორმატივებთან.

2. ელექტრომომარაგების სისტემის ელექტრულ ქსელთან ახალი ობიექტის მიერთებისათვის, ელექტრომომხმარებელმა უნდა წარმოადგინოს, არა ემთ-ობით გათვალისწინებული ნუსხით დადგენილი ყველა ეეხ-ის მაჩვენებლებისა და კემდ-ბის მოთხოვნების დადგენილ ნორმატიულთან შესაბამისობის დამადასტურებელი დოკუმენტები, არამედ მხოლოდ ნაწილი, მომხმარებლის ეტდ-დან გამომდინარე.

3. ინდივიდუალური მოთხოვნების ნუსხის განსაზღვრას საფუძვლად უნდა დაედოს ელექტრომომხმარებლის შემადგენლობაში შემავალი ეტდ-სა და კომპლექსების მოქმედების პრინციპებისა და მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევის შედეგები. კერძოდ, უნდა დადგინდეს ეტდ-ების მოქმედების პრინციპები, მუშაობის რეჟიმები და განისაზღვროს რომელი სახის კემდ-ბის წარმოქმნაა მოსალოდნელი.

4. ელექტრული ქსელის ელემენტების პარამეტრების გათვალისწინებით, განსაზღვრული უნდა იქნას ახალი ობიექტის მიერთების შედეგად წარმოქმნილი კემდ-ბის დონე, როგორი იქნება ეეხ-ის მაჩვენებლები და დადგინდეს მათი საერთაშორისოდ მიღებულ ნორმებთან შესაბამისობა.

5. ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების მოქმედების პრინციპებსა და ძალოვან წრედებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური და ელექტრომექანიკური დინამიკური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი დაბრკოლებების გამოკვლევის საფუძველზე ეტდკ-ები, ქსელზე ზეგავლენის თვალსაზრისით, მიზანშეწონილია პირობითად დავყოთ სამ ჯგუფად: მშვიდი, აქტიური და აგრესიული ხასიათის.

6. ელექტრომომხმარებლების ელექტრომომარაგების ქსელზე ზეგავლენის შედეგების შეფასების საფუძველზე, ახალი ობიექტების ქსელთან მიერთების პირობები მიზანშეწონილია წარმოდგენილი იქნეს ოთხი: I, II, III და IV მოთხოვნათა პაკეტის საშუალებით. შემოთავაზებულია პაკეტის დადგენის გამარტივებული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ეტდკ-ის ჯგუფის სიმძლავრეთა მომხმარებლის ჯამურ სიმძლავრეში მონაწილეობის პრინციპზე და განისაზღვრება ცალკეული ეტდკ-ების ჯგუფებისათვის ზეგავლენის კოეფიციენტების საშუალებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის დადგენილება №10 2014 წლის 17 აპრილი ქ. თბილისი „ქსელის წესების“ დამტკიცების შესახებ;
2. საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის დადგენილება N 20 2008 წლის 18 სექტემბერი ქ. ქუთაისი “ელექტროენერჯის (სიმძლავრის) მიწოდებისა და მოხმარების წესების” დამტკიცების შესახებ;
3. ჭუნაშვილი ბ., შაველაშვილი გ., ბეჟანიშვილი ჯ., გამრეკელაშვილი თ. ძაბვის მაღალი რიგის ჰარმონიკების ელექტრომიმღებებზე გავლენის შეფასება. “ენერჯია”, 2017, #3 (80), გვ. 22-27;
4. ჭუნაშვილი ბ., ბეჟანიშვილი ჯ., პეტროსიანი ა., გამრეკელაშვილი თ. ელექტრომომარაგების ქსელის ელემენტების პარამეტრების გავლენა ძაბვის მაღალი რიგის ჰარმონიკების წარმოქმნაზე. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „საქართველოს საინჟინრო სიახლენი“ 2017, #3 (83), გვ. 43–48;
5. ჭუნაშვილი ბ., პეტროსიანი ა., გამრეკელაშვილი თ., ქობალია მ. ელექტრორკალური ღუმელების მუშაობის რეჟიმების გამოკვლევა და ქსელში წარმოქმნილი მაღალი რიგის ჰარმონიკების საკომპენსაციო მოწყობილობის მართვის სისტემის დამუშავება. V საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „ენერგეტიკა: რეგიონალური პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“-ის მოხსენებების კრებული. ქუთაისი, 2018, გვ. 58-62.
6. Актуальные вопросы защиты прав потребителей в государствах – участниках СНГ. Консультационный совет по защите прав потребителей Государств – участников СНГ – Исполнительный комитет СНГ (Москва, 2012).
7. Влияние отклонений напряжения на работу электроприемников - Помощь – научные и учебные работы. дм-консалтинг. РФ;

8. Об утверждении Правил присоединения электроустановок к электрическим сетям - Постановление Национальной комиссии регулирования электроэнергетики Украины от 14 декабря 2005 года № 1137.
9. О системе защиты прав потребителей в Германии. Что отличает её от российской системы? - 89.rospotrebнадzor.ru/documents/ros/8323.
10. Постановление Правительства РФ от 21.04.2009 N 334 (ред. от 04.05.2012) "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам совершенствования порядка технологического присоединения потребителей к электрическим сетям";
11. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – М.: НЦ „ЭНАС“, 2005. 348 с.
12. Регулирование деятельности по техническому присоединению потребителей к электрическим сетям: Российский и Мировой опыт. <https://www.researchgate.net/publication/308331468>
13. Технологическое присоединение к сетям в России и мире: Сравнительный анализ -ИПЕМ (ipem.ru/research/power/power_works/20.html).
14. Аррилла Дж. Гармоники в электрических системах : пер. с англ. / Дж. Аррилла, Д. Бредли, П. Боджер. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
15. Бадер М. П. Электромагнитная совместимость / М. П. Бадер. – М.: УМК МПС, 2002.
16. Вагин Г.Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, А.А. Севостьянов. – 2 - е изд., испр.- М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 224 с.
17. Вагин Г.Я. Режимы электросварочных машин / Г. Я. Вагин. – М. : Энергоатомиздат, 1985.
18. Вагин Г.Я. О необходимости приведения норм ГОСТ 13109-97 к требованиям международных стандартов / Промышленная энергетика. – 2004. -№9.

19. Герасименко А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов н/Д : Феникс : Красноярск : Издательские проекты, 2006. – 720 с.
20. Головщиков В.О., Курбацкий В.Г., Яременко В.Н. Экспериментальный анализ несинусоидальных режимов работы северовосточной части ОЭС Сибири.
21. Григорьев А., Рудаков Е., Фадеев А. Технологическое присоединение к сетям: реформа продолжается// Энергорынок, 2015. №6. С. 36-43
22. Гуторов И. М. Основы светотехники и источники света. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 384 с.
23. Жежеленко И.В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях – М.: Энергоатомиздат, 2005.
24. Железко Ю.С. Влияние потребителя на качество электроэнергии в сети и технические условия на его присоединение //Промышленная энергетика.1991. №8. С. 39-41.
25. Железко Ю. С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
26. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: руководство для практических расчетов. –М.: ЭНАС, 2009. – 456 с.
27. Железко Ю.С. Стандартизация параметров электромагнитной совместимости в международной и отечественной практике. – Электричество. – 1996. - №1.
28. Живописцев Е.Н., Косицын О.А. Электротехнология и электрическое освещение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.
29. Жилинский Ю. М., Кумин В. Д. Электрическое освещение и облучение. – М.: Колос, 1982. – 272 с.

30. Зайцев А. И. Электроснабжение : учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Воронеж : Научная книга, 2006. – 128 с.
31. Зимин Е. Ф. Электромагнитная совместимость информационных систем / Е. Ф. Зимин, Ю. А. Казанцев, В. А. Кузовкин. – М. : Изд-во МЭИ, 1995.
32. Кармашев В. С. Электромагнитная совместимость технических средств : справочник. – М.: Изд-во Норт, 2001.
33. Карташов И. И. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташов, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов (и др.) – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 432 с.
34. Королев Н. И. Электрические сети и системы. – Воронеж : Научная книга, 2007. – 121 с.
35. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник. М.: Интермет Инжиниринг, 2005. - 672 с.
36. Лямцов А. К., Тищенко Г. А. Электроосветительные и облучательные установки. – М.: Колос, 1983. – 224 с.
37. Суюнчев М., Репетюк С., Файн Б. и др. Межрегиональная дифференциация тарифов на электрическую энергию Федерации// Экономическая политика. 2014 . №1. С. 90-104
38. Фролов Ю. М. Энергетические установки и устройства : учеб. пособие. - Воронеж: Научная книга, 2010. -126 с.
39. Шеховцев В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование: Учебник.-М.: ФОРУМ: ИНФРА-М. 2004.
40. CER. Electricity tariff structure review: International comparisons. An information paper. Commission for Energy regulation. 2014
41. ENTSO-E Overview of transmission tariffs in Europe: Synthesis 2015. Brussels. 2015.

42. IEA. Energy policies of IEA countries. Sweden 2013 review. International Energy Agency. 2014.

43. Wallnerstrom C.J. Bertling L. Laws and regulations of Swedish power distribution systems 1996-2012: Learning from novel approaches such as less goog experiences// CIRED Workshop on Sustainable Distribution Asset Management and Financing, Lyon, 7-8 June 2010.

44. ქობალია მ., დოჭვირი რ. ელექტრომომარაგების ქსელთან ახალი ობიექტების მიერთებისათვის შესასრულებელი მოთხოვნების გამოკვლევა და შეფასება. V საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - „ენერგეტიკა: რეგიონალური პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“-ს მოხსენებების კრებული. ქუთაისი, საქართველო, 2018. გვ. 5-8.

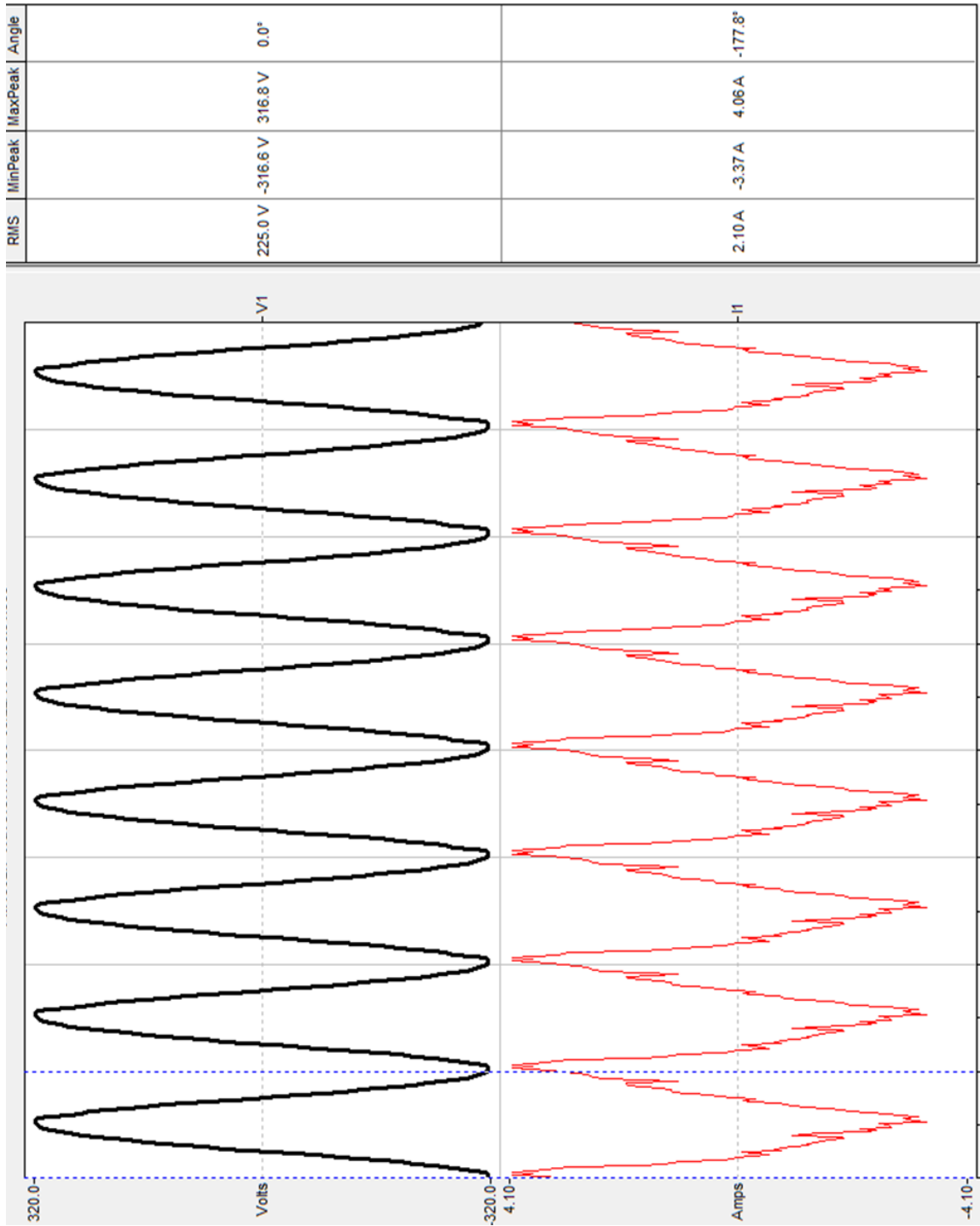
45. ქობალია მ., დოჭვირი რ. ახალი ობიექტების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთების მოთხოვნების გამოკვლევა და ოპტიმალური ნუსხის განსაზღვრა ელექტრომომხმარებლების ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების გათვალისწინებით. „ენერჯია“, 2019, #1 (89), გვ. 51-56.

46. დოჭვირი რ. ელექტრომომხმარებლების მიერ ელექტრომომარაგების ქსელში გავრცელებული კონდუქტიური ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებების გავლენა ელექტროენერჯის ხარისხის მაჩვენებლებზე. „საქართველოს საინჟინრო სიახლენი“-GEN, 2018, #4 (88), გვ. 29-32.

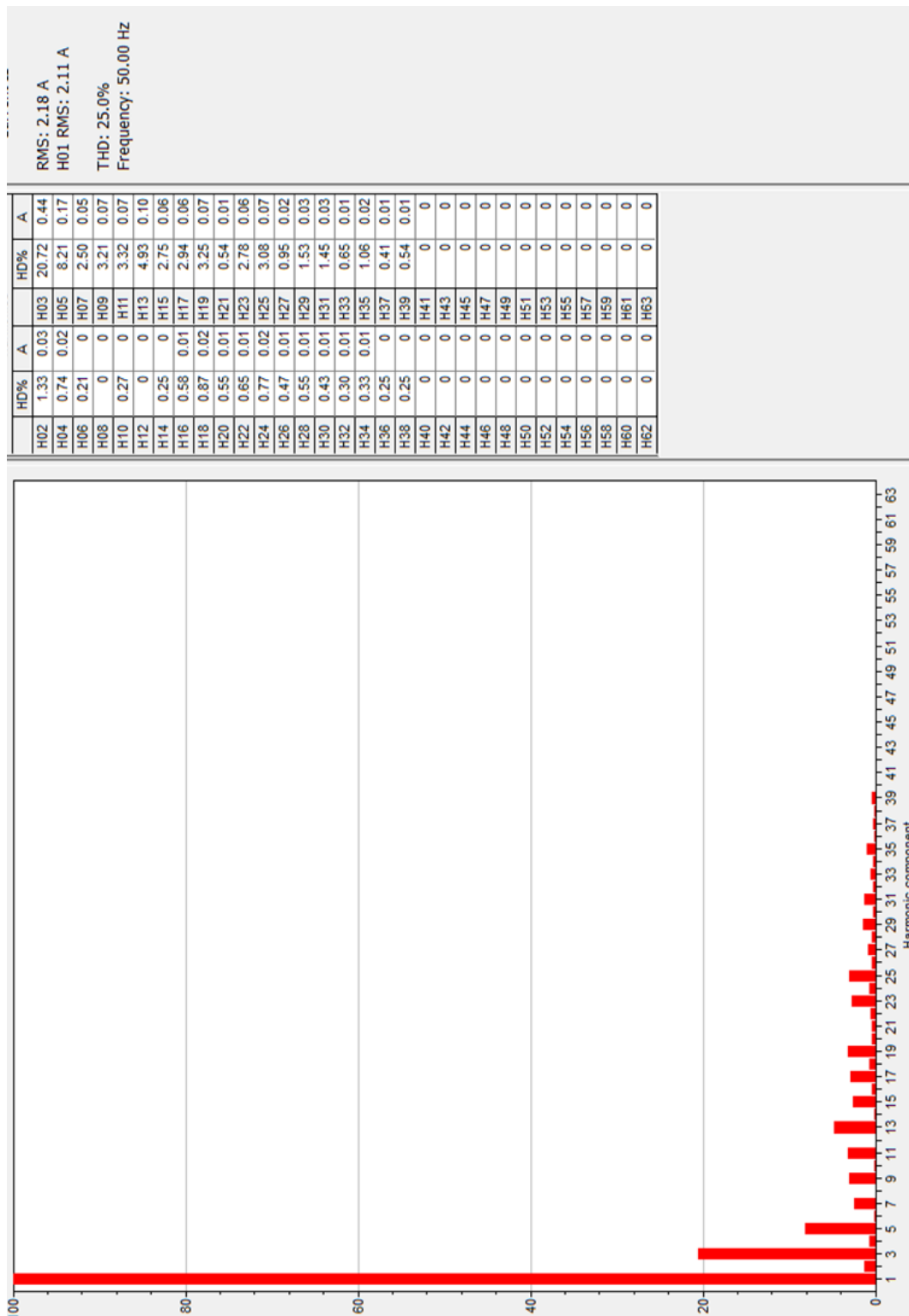
47. ქობალია მ., დოჭვირი რ. ელექტროტექნოლოგიური დანადგარების ქსელზე ზეგავლენის მიხედვით დაჯგუფება და ახალი ელექტრომომხმარებლების ელექტრომომარაგების ქსელთან მიერთებისათვის მოთხოვნებთა პაკეტების განსაზღვრა. „ენერჯია“, 2019, #2(90), გვ.19-24.

დანართები

დანართი 1
ლითონ-ჰალოგენური პროექტორის ძაბვის და დენის მრუდები



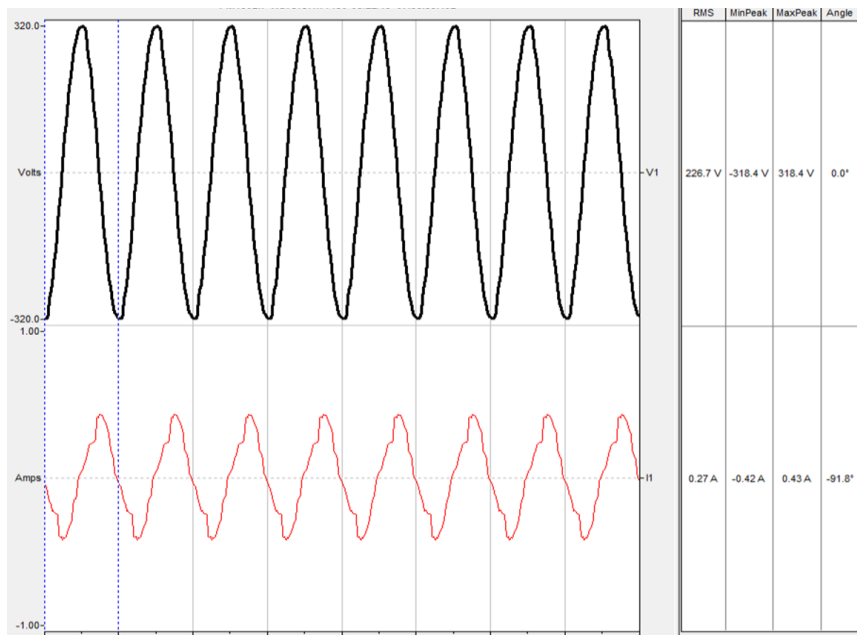
ლითონ-ჰალოგენური პროექტორის ჰარმონიკული სპექტრი



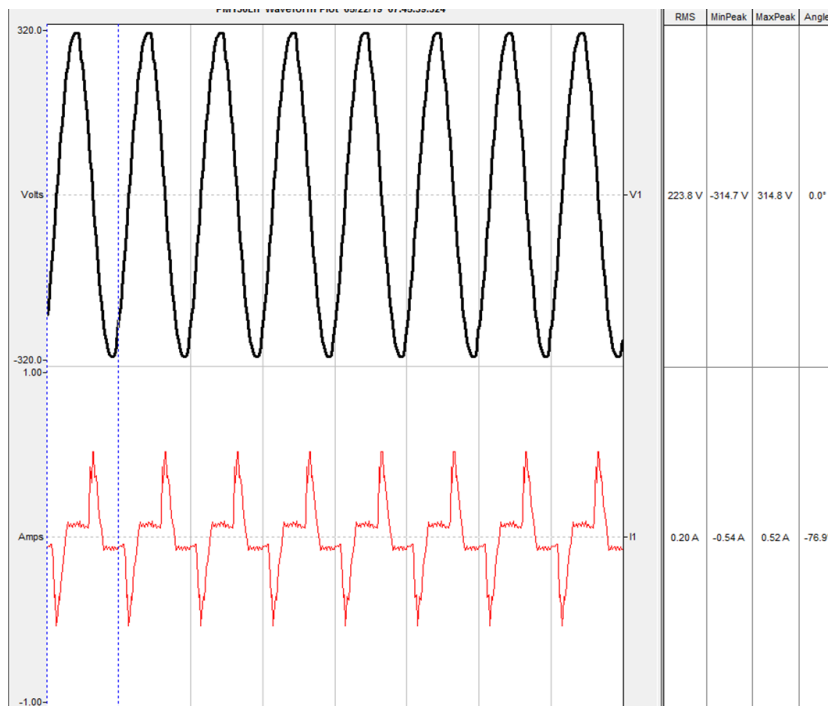
დანართი 3

ძაბვის და დენის მრუდები სხვადასხვა მწარმოებლის სანათების ლუმინესცენტური ნათურებით (4x18ვტ) და ელექტრული გამშვით

ა)



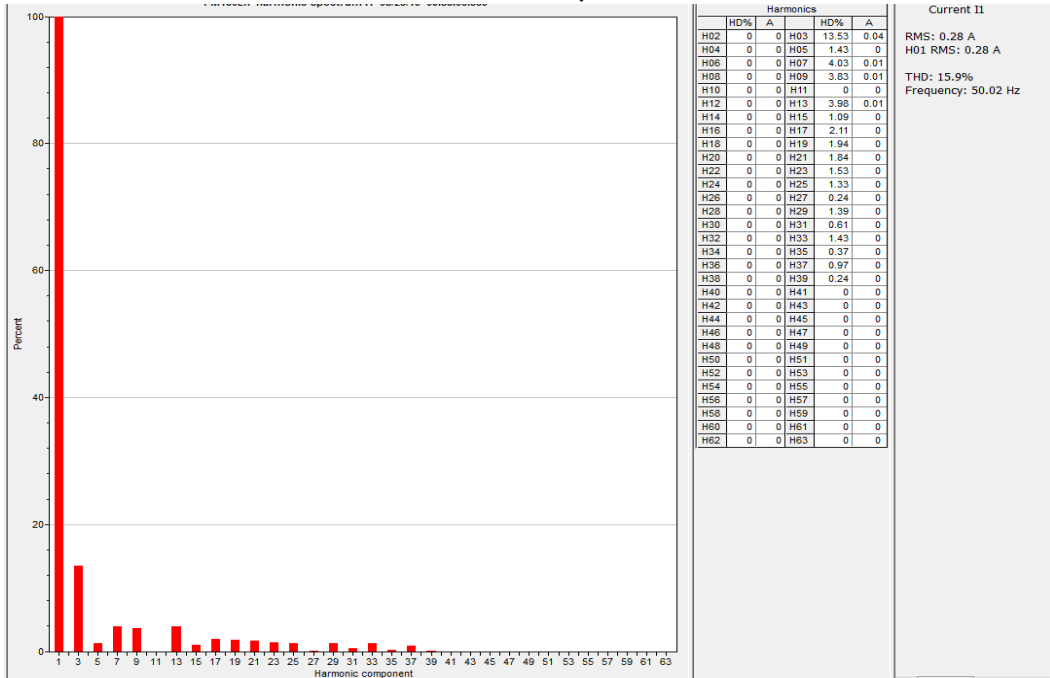
ბ)



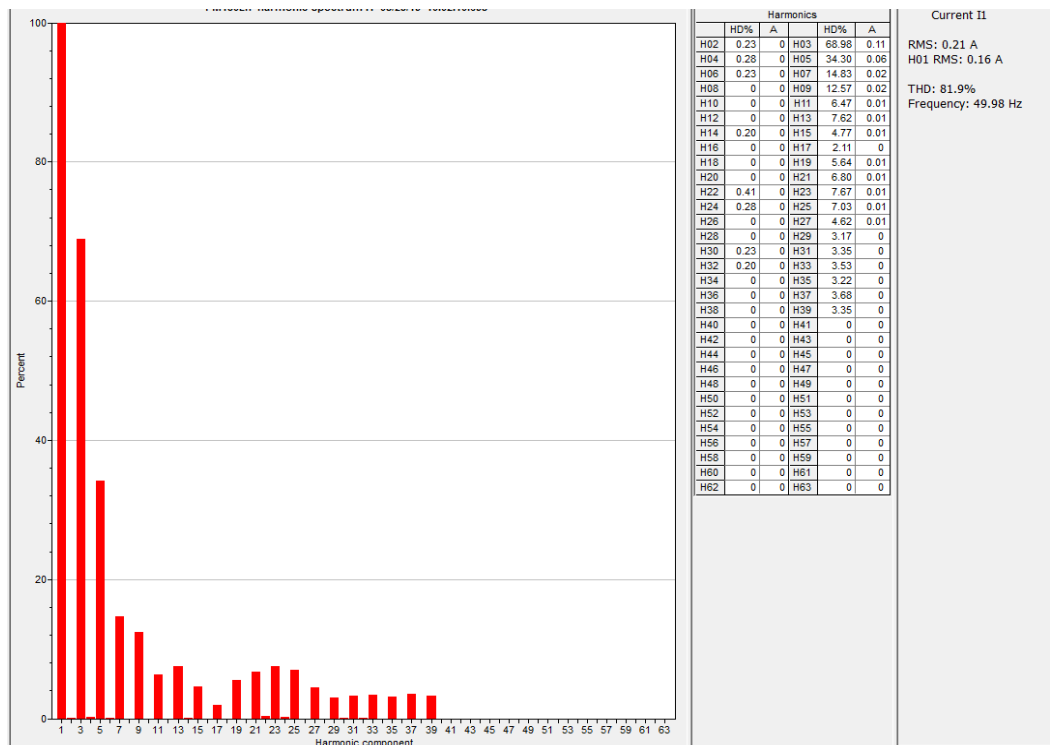
დანართი 4

ჰარმონიკული სპექტრი სხვადასხვა მწყაქრმოებლის სანათების ლუმინესცენტური ნათურებით (4x18ვტ) და ელექტრული გამშვით

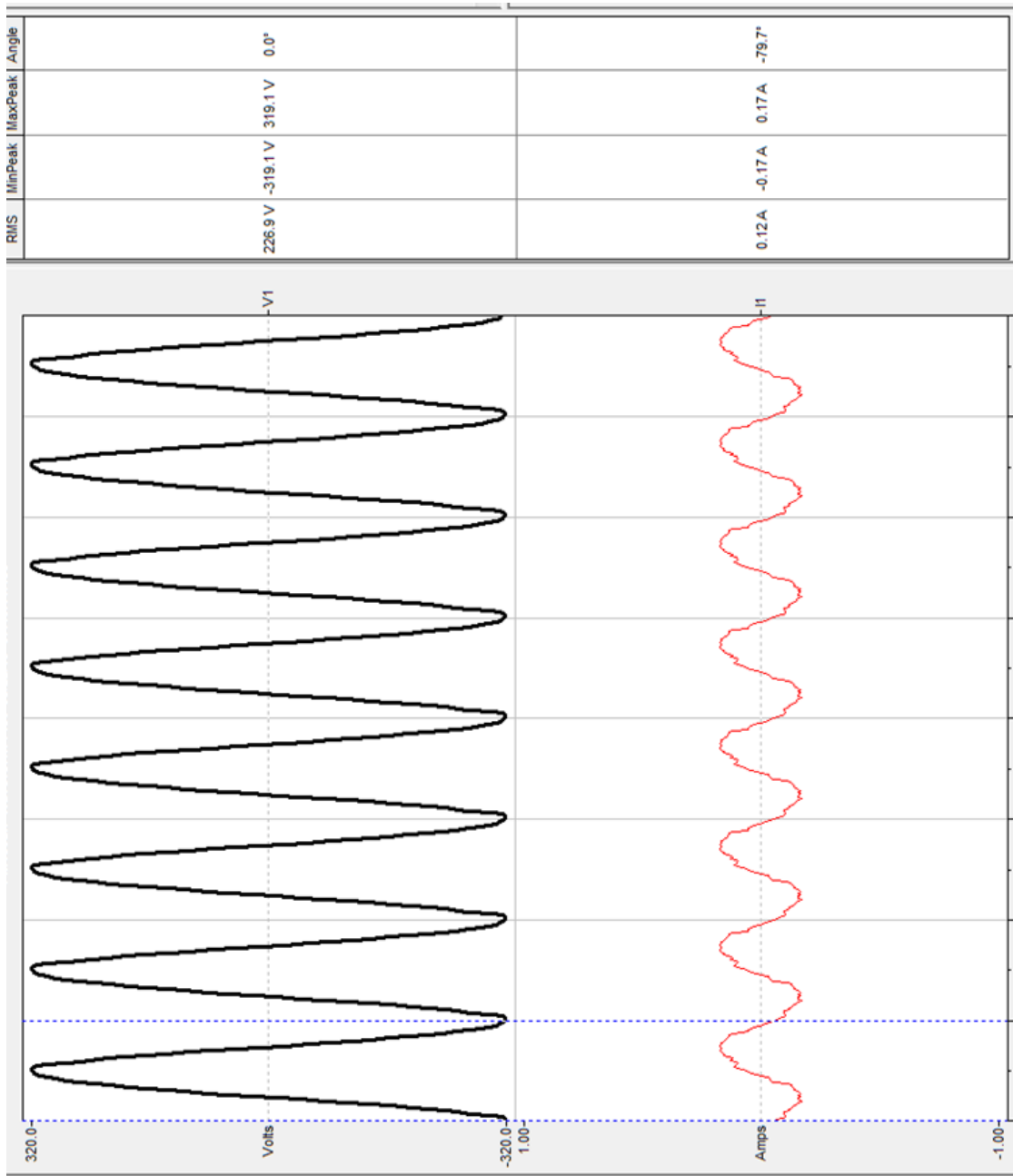
ა)



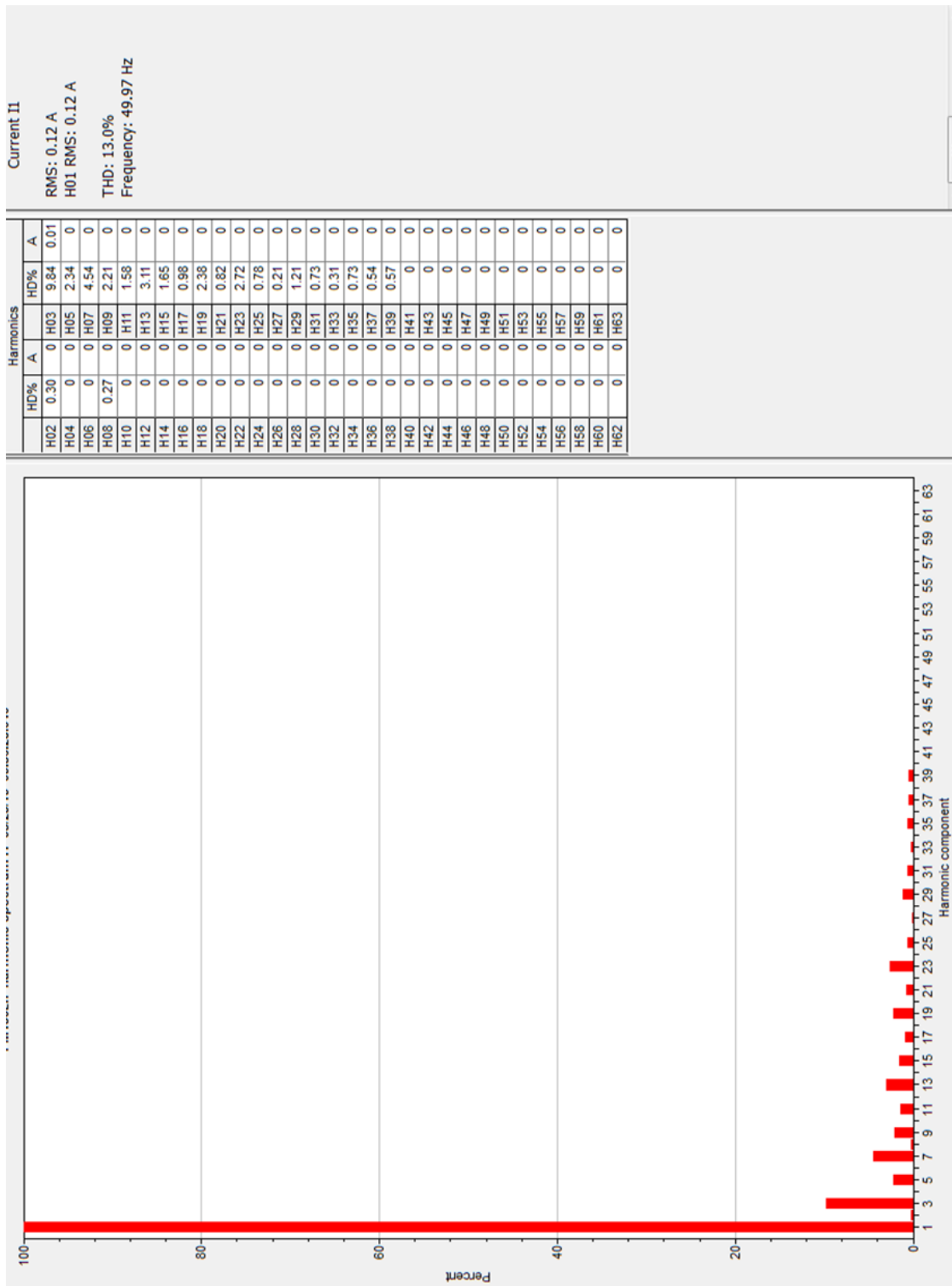
ბ)



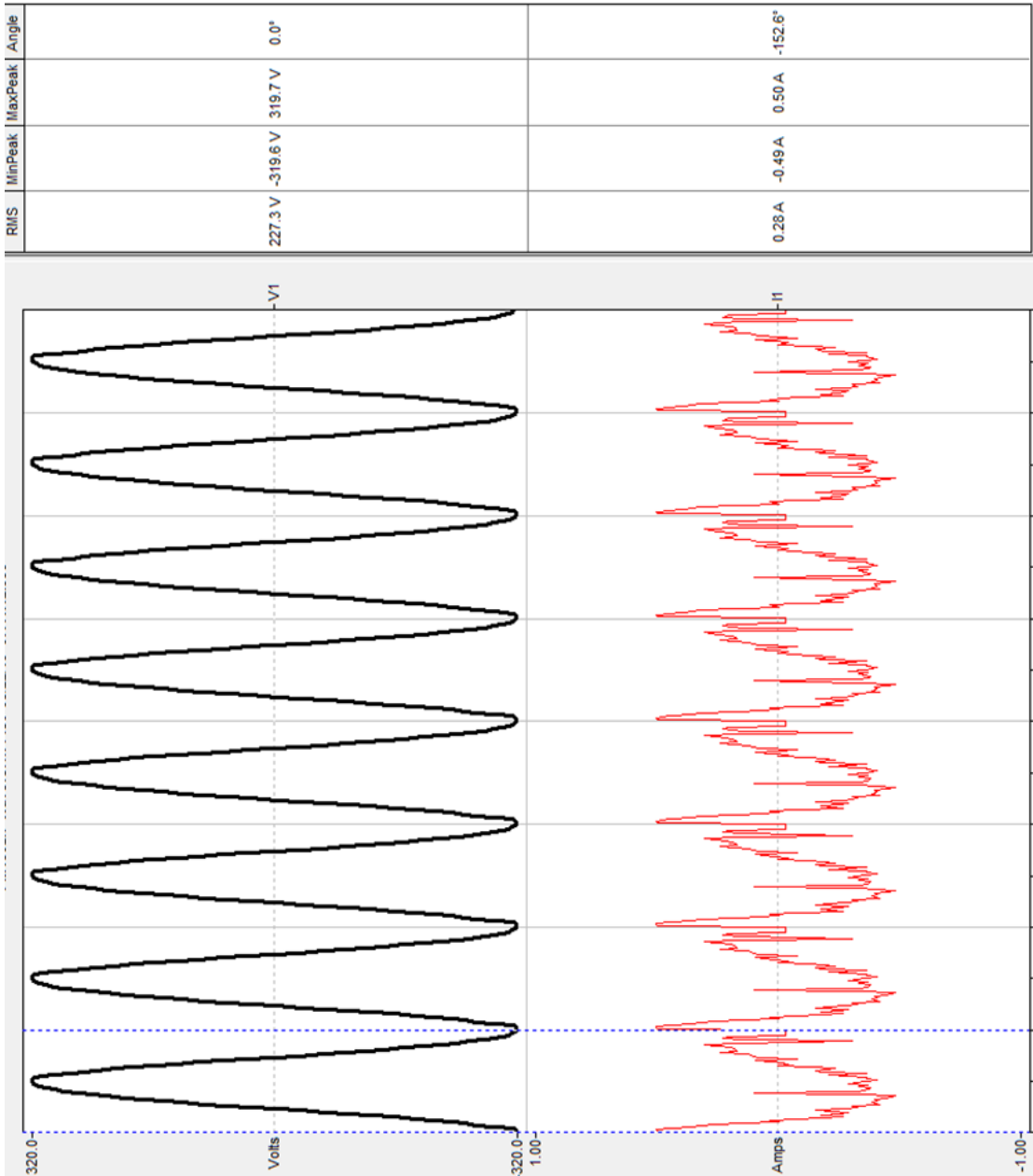
გარემოს ზემოქმედებისაგან მაღალი დაცულობის ინდექსის მქონე შუქდიოდური სანათის ძაბვის და დენის მრუდები



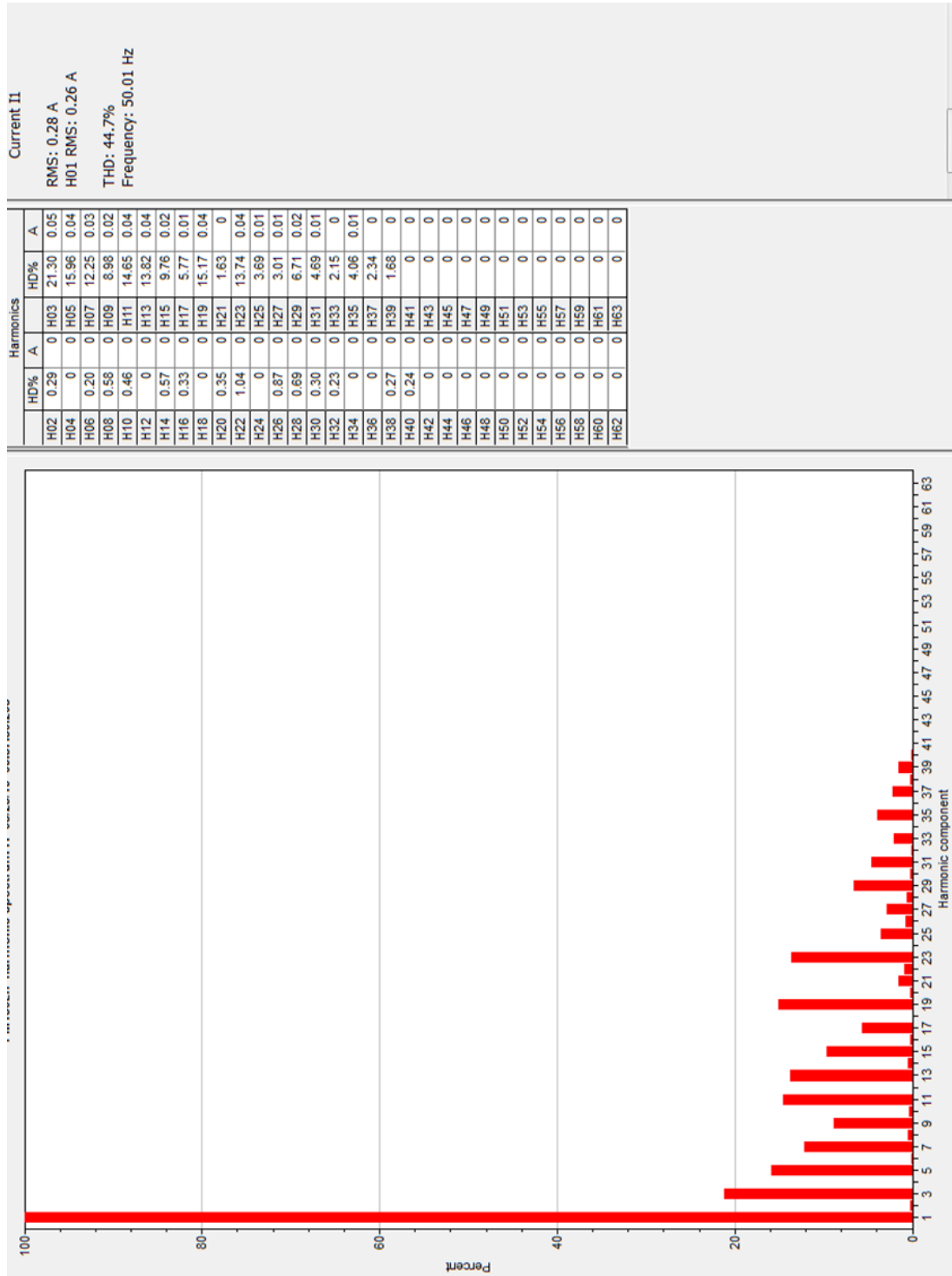
გარემოს ზემოქმედებისაგან მაღალი დაცულობის ინდექსის მქონე შუქდიოდური სანათის ჰარმონიკული სპექტრი



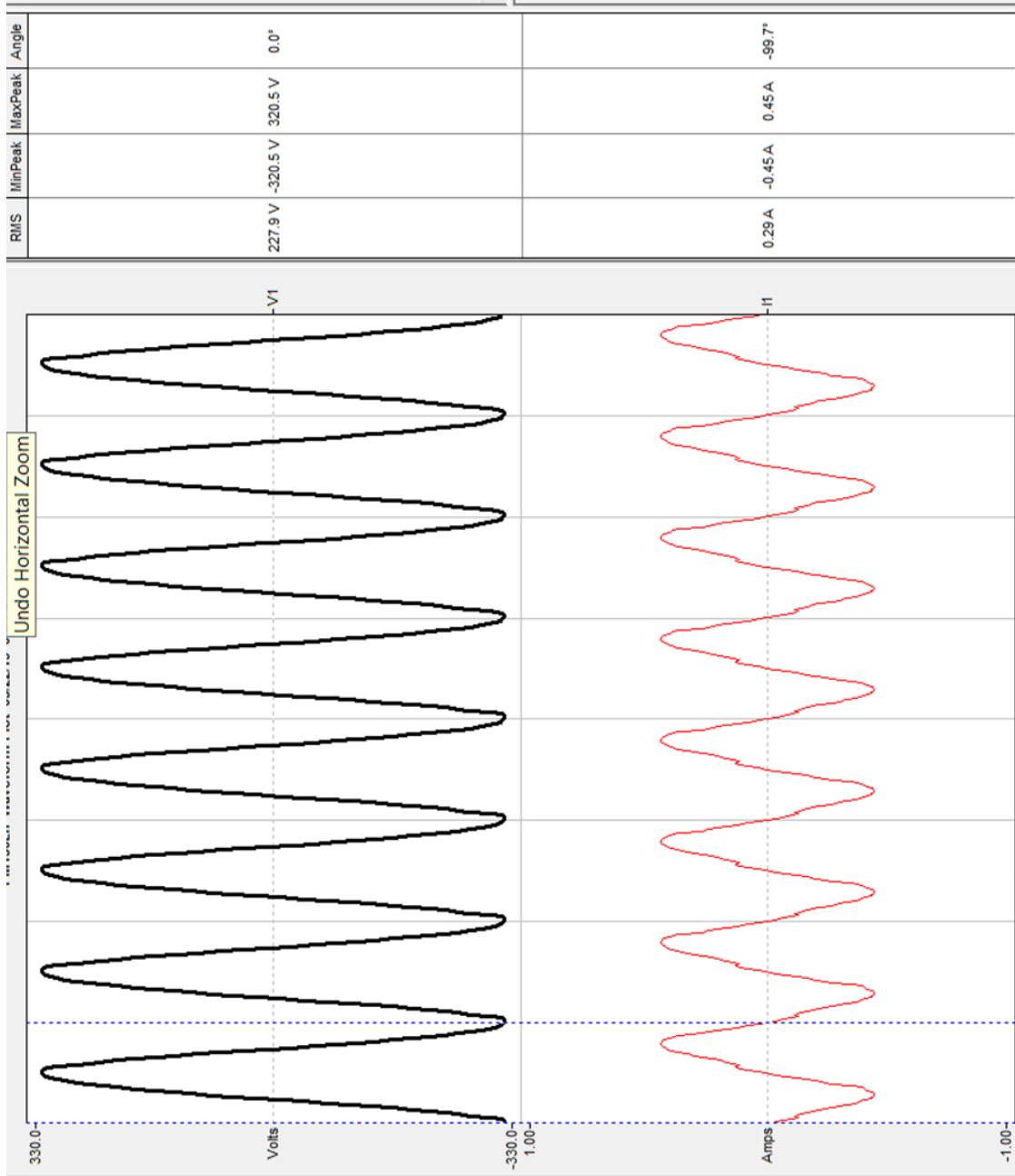
ნატრიუმის ნათურით გარე განათების სანათის ძაბვის და დენის მრუდები



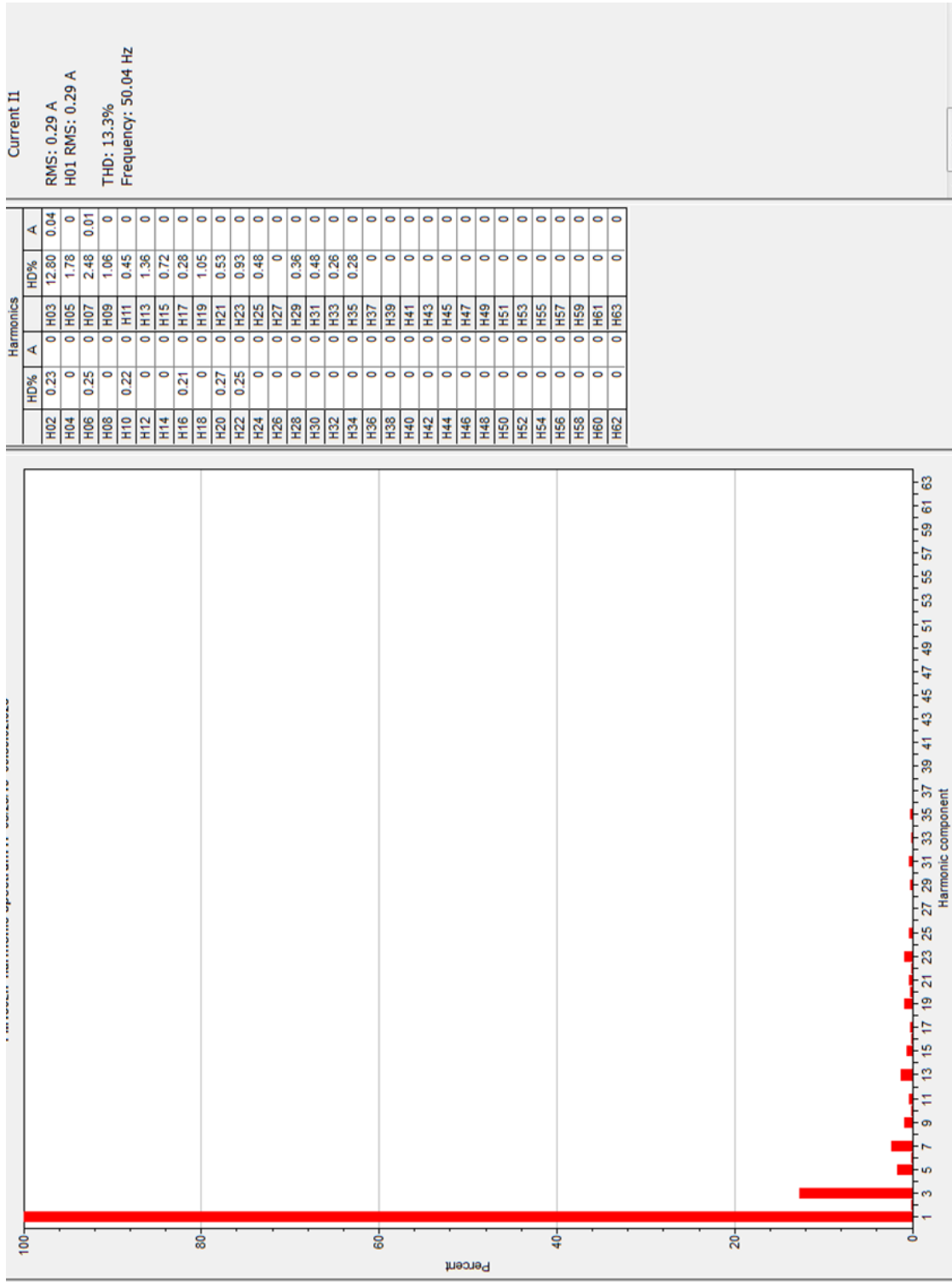
ნატრიუმის ნათურით გარე განათების სანათის ძაბვის ჰარმონიკული სპექტრი



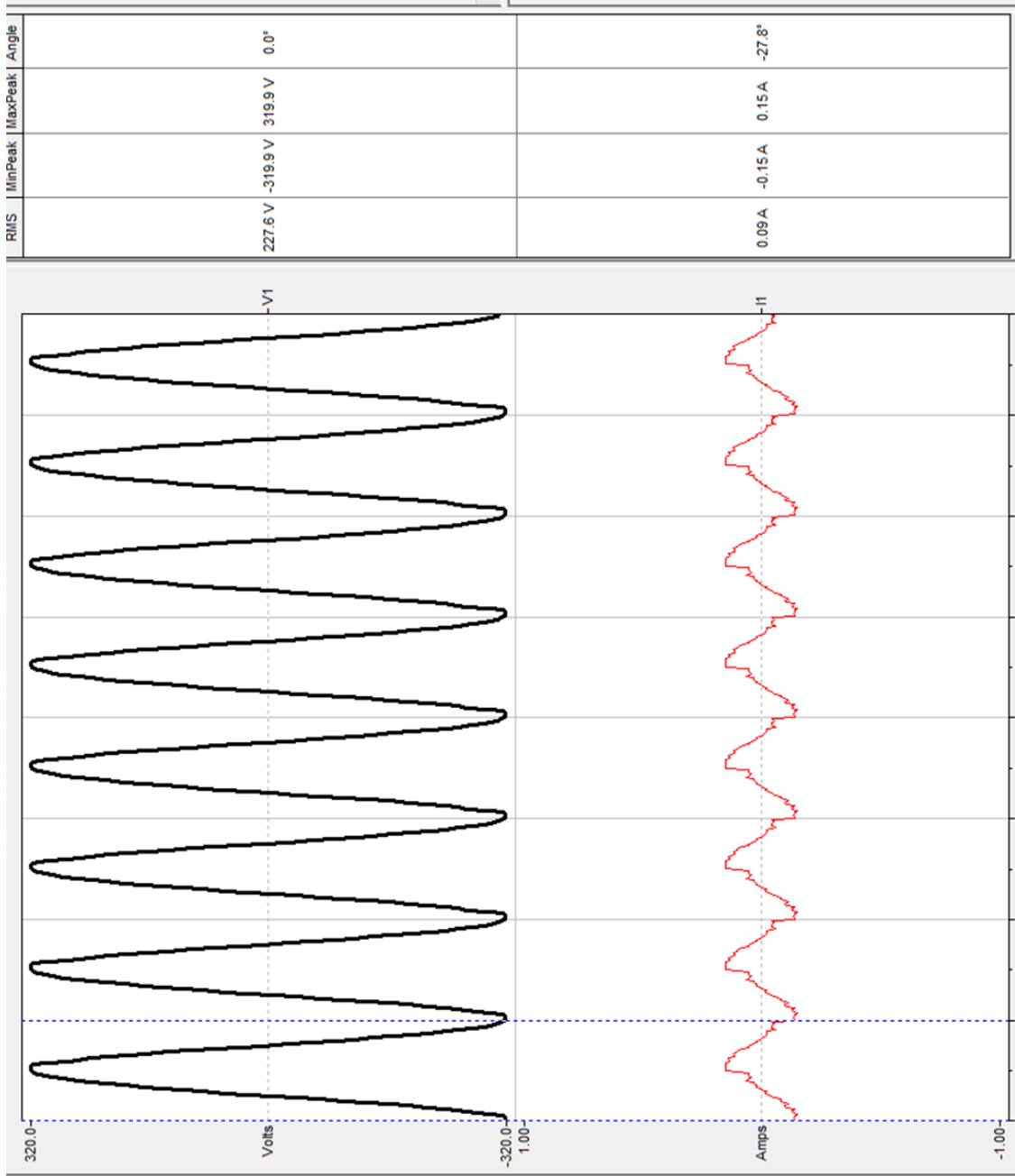
გარემოს ზემოქმედებისაგან მაღალი დაცულობის ინდექსის მქონე ლუმინესცენციური სანათის ძაბვის და დენის მრუდები



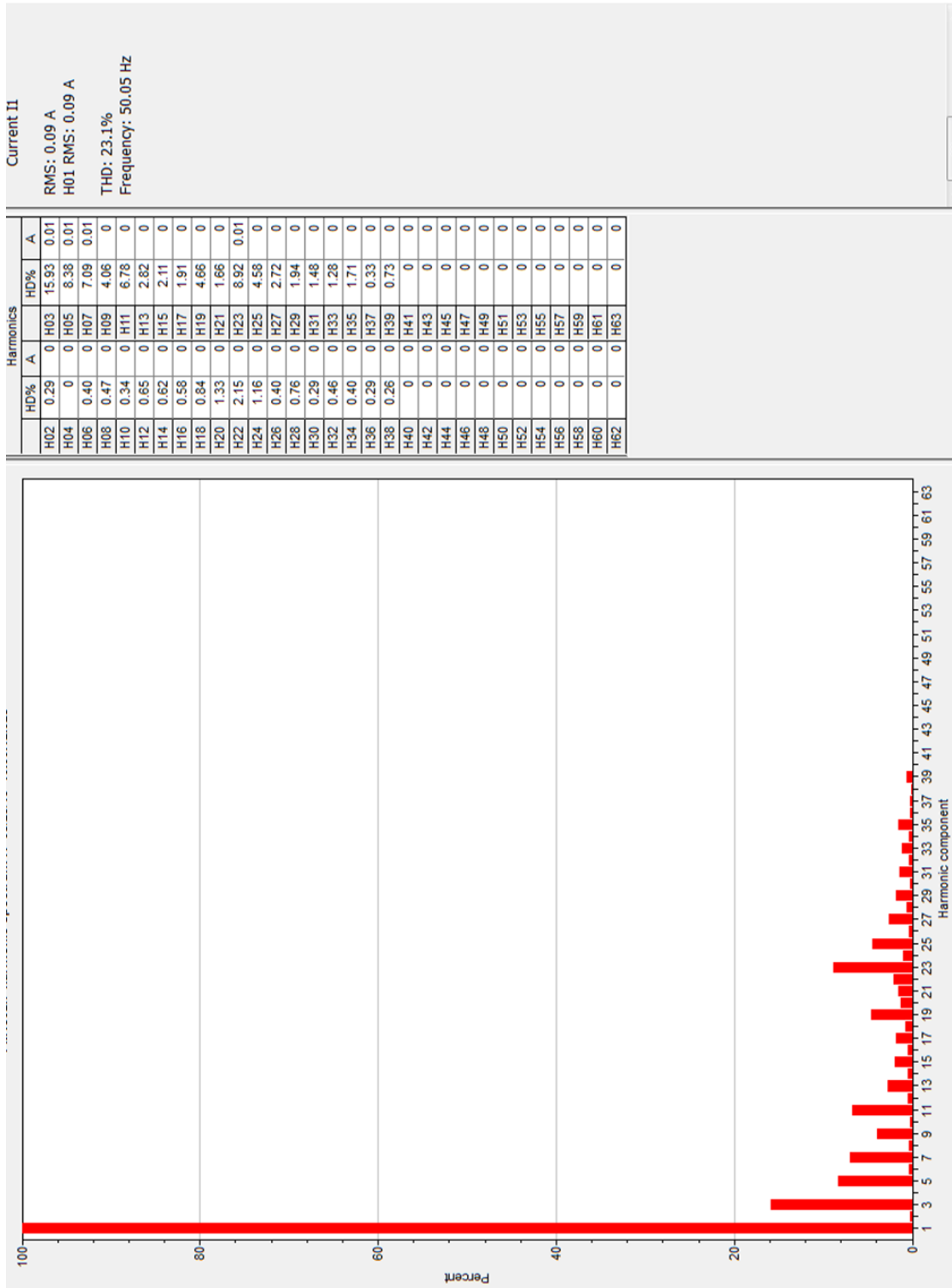
გარემოს ზემოქმედებისაგან მაღალი დაცულობის ინდექსის მქონე ლუმინესცენციური სანათის ჰარმონიკული სპექტრი



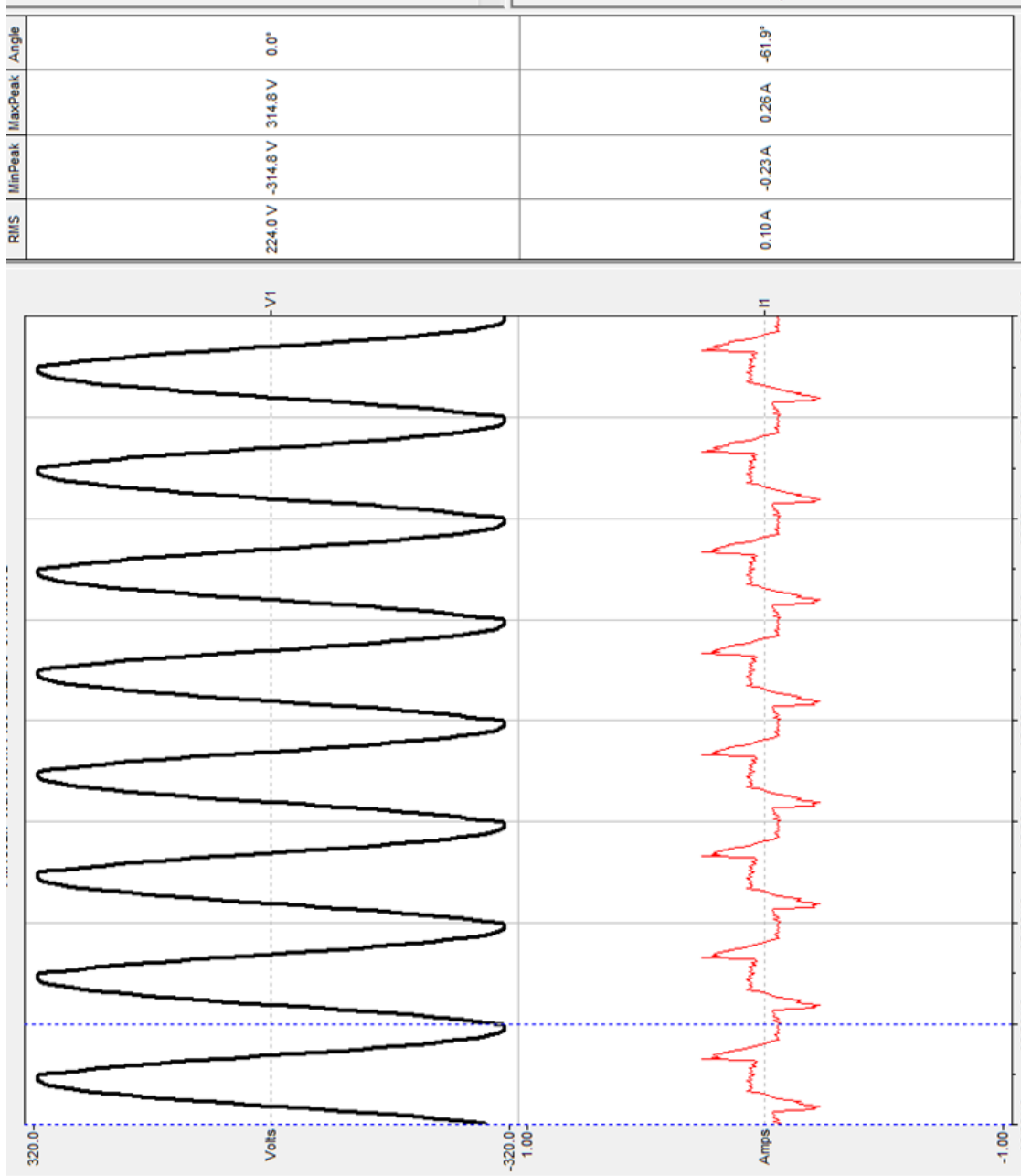
შუქდიოდური ნათურის E27 ცოკოლით ძაბვის და დენის მრუდეები



შუქდიოდური ნათურის E27 ცოკოლით ჰარმონიკული სპექტრი



ენერგოდამზოგი ნათურის E27 ცოკოლით ძაბვის და დენის რუდეები



ენერგოდამზოვი ნათურის E27 ცოკოლით ჰარმონიკული სპექტრი

