

დანართი 1.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ირმა ქავთარაძე

ბუნებრივი გაზის ენერგეტიკული სექტორის რეგულირება,
ლიბერალიზაციის გათვალისწინებით

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2012

სამუშაო შესრულებელია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის,
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციების ფაკულტეტის,
თბო და ჰიდროენერგეტიკის დეპარტამენტის,
ჰიდროენერგეტიკული დანადგარები და სამილსადენო სისტემების
მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: სრ. პროფ. დიმიტრი ნამგალაძე

რეცენზენტები: სრ. პროფ. _____

სრ. პროფ. _____

დაცვა შედგება 2012 წლის “—“—————“, ———საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და
ტელეკომუნიკაციების ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს
კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი ——— აუდიტორია —————
მისამართი 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატის – სტუ-ს ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი

სრული პროფესორი

გ. ხელიძე

Abstract

Regulation of the natural gas sector, taking into account liberalization, scientific study on forecast methods and parameters in current conditions is relevant for any country. Resolution of this issue has paramount importance for Georgia, which lacks its own energy resources. Because of this and taking into account its inactivity, it is necessary to regulate the gas sector taking into account its liberalization. In the Thesis, study of the problem has a systemic character and it fully comprises all those factors, which influence the gas sector. Adopted forecasted parameters and methods are determined using modern applied methods of forecasting. The algorithm is selected, which precisely reflects balanced development of energy sector in Georgia.

In order to research the issue based on current trends, worldwide experience in the gas sector is studied and on this basis task of the energy sector regulation, considering liberalization, is elaborated.

The thesis consists of preamble, 4 chapters, conclusions and the list of literature. It contains 45 drawings and 28 charts.

According to the set program, on the initial stage of research, analysis of the natural gas sector in the world is conducted. Statistical data of the relevant period is provided and systemized.

Next stage of research is devoted to the regulation of natural gas sector in Georgia, its ecological management and monitoring, analysis of risks and security of the sector. In particular, the task of the emissions in the atmosphere and modified method of establishing the area of maximum concentrations is elaborated. We have adopted essentially new approach – namely, area of maximum concentrations of emissions is established for the cases of organized and unorganized emissions.

Analysis of ecological management and monitoring, regulation, security and risks in the natural gas sector is conducted; scheme of monitoring of gas supply unit is adopted.

Ecological risk-factor of gas supply unit is elaborated. Ecological risk factor of gas transportation pipeline is studied. Risks in the natural gas sector are being studied in detail, namely: risk analysis; identification of dangers; elaboration of risk mitigation

recommendations; modified methods for conducting risk analysis, etc. We have studied the specific tasks, including qualitative method of danger analysis for a compressor station; “tree of failures and happenings” method for the transportation pipeline; “tree of failures” method for the compressor station; Statistics of distribution of disasters, distribution with heavy tails; adoption of the decisions for the gas supply units taking into account social-ecological factors.

Several important tasks were conducted, such as method of distribution of technical losses according to pressure levels in the natural gas distribution networks; methods for reduction of technological costs and technical losses in natural gas distribution networks; determination of reliability indexes of natural data from gas companies; etc; Received data constitute database, which did not exist previously.

The thesis contains recommendations and specific proposals for the Georgian National Energy and Water Supply Regulatory Commission and other bodies.

Introduction in practice of the research results will create possibility to establish a scientifically proved plan for the GNERC and other bodies. Specifically, the GNERC has adopted resolution #26 of November 18, 2010 “Regarding Approval of the Calculation Rules of the Normative Losses in Natural Gas Networks.”

სამუშაოს ზოგადი დახასიათება

სამუშაოს აქტუალობა. დღეისათვის საქართველოში ნაკლებად არსებობს მნიშვნელოვანი სამეცნიერო ნაშრომი, რომელიც ეხება ბუნებრივი გაზის სექტორს. მაგისტრალური გაზსადენების (ტრანსპორტირების სისტემა) და გაზგამანაწილებელი ქსელების მდგომარეობის და ავარიული გაგლეჯის შედეგების პროგნოზირება, თავიდან აცილება და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების დაგეგმვისათვის აუცილებელი მეცნიერულად დასაბუთებული, დასრულებული, მეთოდოლოგიურად გამართლებული, ნატურულ მონაცემებზე და თეორიაზე დამყარებული მეთოდი აგრეთვე არ არსებობს. ასევე სრულად არ არის შემუშავებული ნატურულ გამოკვლევებზე და თეორიაზე დაყრდნობილი ისეთი მეთოდიკა, რომლის თანახმად შესაძლებელია მავნე ნივთიერებების ორგანიზებული და არაორგანიზებული გაფრქვევის გათვალისწინებით, მავნე ნივთიერებების მაქსიმალური კონცენტრაციების ველის გაანგარიშება და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების შემუშავება. აგრეთვე, საბაზრო ეკონომიკის პირობებში წარმოჩინდება ახალი, დღემდე ღიად დარჩენილი ეკონომიკური საკითხები.

ზემოხსენებულთან გამომდინარე, აღნიშნული პრობლემის მეცნიერული გადაწყვეტა აუცილებელია და მეტად **აქტუალურია**.

სამუშაოს მიზანი. შეიქმნას მეცნიერულად დასაბუთებული, ნატურულ მონაცემებზე დაყრდნობილი თეორია, რომლის საშუალებით შესაძლებელია გაზის სექტორის რეგულირება, ტრანსპორტირების სისტემის (მაგისტრალური გაზსადენების) და გაზგამანაწილებელი ქსელების საიმედოობის გაზრდა, მოსალოდნელი ავარიების შემთხვევაში სტრესული ეკოლოგიური მოვლენების რისკების პროგნოზირება, გარემოსდაცვითი ღონისძიებების შემუშავება და ეკონომიკური ეფექტურობის ამაღლება.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები. კვლევის ობიექტად შერჩეულია საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში, კერძოდ გაზის სექტორში არსებული მდგომარეობა და ქვეყნის ენერგორესურსებით უზრუნველყოფაში მისი პოტენციური შესაძლებლობების დადგენა.

საკითხის თანამედროვე მოთხოვნების დონეზე დამუშავების მიზნით გაანალიზებულია გაზის სექტორის განვითარების პროგნოზირების მსოფლიო გამოცდილება და დასმულია საქართველოში გაზის სექტორის სტრუქტურის საშუალოვადიანი პროგნოზირების ამოცანა. დასახულია მისი განხორციელების კომპლექსური პროგრამა. ამ პროგრამის შესაბამისად კვლევის საწყის ეტაპზე ჩატარებულია საქართველოში ენერგეტიკული რესურსების მდგომარეობის ანალიზი. სამუშაოს შესრულების შემდგომი ეტაპი მიეძღვნა საქართველოში გაზის სექტორში სტატისტიკურ და ნატურულ მონაცემებზე დაყრდნობით პრობლემის კვლევას და ქვეყანაში გაზის სექტორში საბაზო საინფორმაციო ბაზის შექმნას. კვლევის დროს გარემოს შეზღუდული დაბინძურების ზომად, მიღებულია ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია და მასთან დაკავშირებული საინჟინრო მეთოდები, კერძოდ მოდიფიცირებული მეთოდოლოგიის შექმნა, გაზმომარაგების ობიექტიდან მავნე ნივთიერებების ორგანიზებული და არაორგანიზებული გაფრქვევის საინჟინრო საკითხები. გარდა ამისა, ამ მოდელით მიღებული გაზმომარაგების რისკ-ფაქტორების საპროგნოზო პარამეტრების ანალიზი ჩატარდა ექსპერტული და ანალიზური მეთოდებით.

პირველად შემუშავებულია გაზგამანაწილებელი ქსელების ნორმატიული დანაკარგის და ჯამური დანაკარგების გადანაწილება მაღალი, საშუალო და დაბალი ქსელებისათვის, სტატისტიკური, ნატურული და ანალიზური მეთოდებით.

ჩატარდა საპროგნოზო პარამეტრების ანალიზი ექსპერტული და ანალიზური მეთოდებით, რითაც დადგინდა საიმედოობის და გარემოს დაცვის პროგნოზირების მეთოდები, ძირითადი შედეგები და სამეცნიერო სიახლე.

ძირითადი შედეგები და სამეცნიერო სიახლე: საქართველოს ტრანსპორტირების და გაზგამანაწილებელი მეურნეობების ნატურული მონაცემების მიღება; ჩატარებულ ნატურულ გამოკვლევებზე დაყრდნობით, შესწავლილია დაზიანებების და ავარიების სტატისტიკა სხვადასხვა წნევის ქსელებისთვის; მაგისტრალური გაზსადენისათვის დადგენილია სტოქასტიკური პროცესები, მათი სტოქასტიკური ფუნქციის ალბათური მახასიათებლები. ასევე ნატურულ გამოკვლევებზე დაყრდნობით, მიღებულია მტყუნების საფრთხეების და აღდგენების ინტენსივობები სააპროქსიმაციო კანონებისათვის. შესწავლილია რისკების ანალიზის ასპექტები, გადაწყვეტილებების მიღების და სტოქასტიკური ანალიზი. შემუშავებულია მოდიფიცირებული მეთოდიკა, რომლის საშუალებით შესაძლებელია მავნე ნივთიერებების ორგანიზებული და არაორგანიზებული გაფრქვევის გათვალისწინებით, მავნე ნივთიერებების მაქსიმალური კონცენტრაციების ველის გაანგარიშება. განხილულია ბუნებრივი გაზის სექტორის ეკონომიკური ასპექტები. გარჩეულია ბუნებრივი გაზის სექტორის ტრანსპორტირების და განაწილების ტექნოლოგიური ნორმატიული დანაკარგის გაანგარიშების შექმნა, სხვადასხვა წნევის გათვალისწინებით.

შედეგების გამოყენების სფერო: საქართველოს გაზის სექტორში ბალანსის პროგნოზი საშუალებას იძლევა შემუშავებული იქნეს მეცნიერულად დასაბუთებული, ქვეყნის გაზის სექტორის საიმედოობის და განვითარების (2011-2020წწ) სტრატეგიული გეგმა და ამ გეგმის განხორციელების ტექნიკური უზრუნველყოფის პროგრამა.

კვლევის შედეგები წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნას საქართველოს სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის, კერძოდ, გაზის სექტორის სტრატეგიულ და მიმდინარე დაგეგმვაში, ასევე გარკვეული რეკომენდაციები სასარგებლო შეიძლება იყოს საქართველოს ენერგეტიკის და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიისათვის.

სამუშაოს მოცულობა და სტრუქტურა: სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, ოთხი ძირითადი თავის (შესაბამისი ქვეთავებით),

დასკვნის და გამოყენებული ლიტერატურის სიისგან. ნაშრომი შეიცავს 45 ნახაზს და 28 ცხრილს.

სამუშაოს შინაარსი.

თავი I. გარემოს დაცვა გაზის სექტორში და შესაბამისი მენეჯმენტი

ეკოლოგიზაციის ძირითად პრინციპებს წარმოადგენს სოციალურ-ეკონომიკური და სოციალურ-ეკოლოგიური პრობლემებისადმი სისტემური მიდგომა, რომლის ფარგლებშიც ხდება ბუნებრივ-ტექნიკური სისტემის მდგრადი განვითარების შესახებ კონცეფციის რეალიზაცია.

ეკოლოგიური უსაფრთხოება წარმოადგენს გარემოს და შესაძლო სამეწარმოდ მოღვაწეობის მოქმედების დაცვას ბუნებრივი და ტექნოგენური ხასიათის საგანგებო სიტუაციებისა და მათი შედეგებისგან.

გარემოს შეზღუდული დაბინძურების ზომად, მიიღებულია ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია. ჰაერში რამდენიმე ნივთიერების ერთდროული არსებობის დროს, მათ გააჩნიათ შემაჯამებელი ქმედება, ამიტომ კონცენტრაციის ჯამი არ უნდა აღემატებოდეს ერთს: $\frac{C_m}{E_m} \leq 1$, სადაც

C_m - არის ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მავნე ნივთიერებების გაანგარიშებული მაქსიმალური კონცენტრაციაა (მგ/მ³), დაბინძურების ყველა წყაროს ერთობლიობიდან; E_m - შესაბამისი მავნე ნივთიერებების მაქსიმალური ერთჯერადი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციაა (მგ/მ³).

ატმოსფერულ ჰაერში ერთდროულად რამდენიმე ჯამური ზემოქმედების მქონე მავნე ნივთიერების არსებობისას, უნდა სრულდებოდეს შემდეგი პირობა:

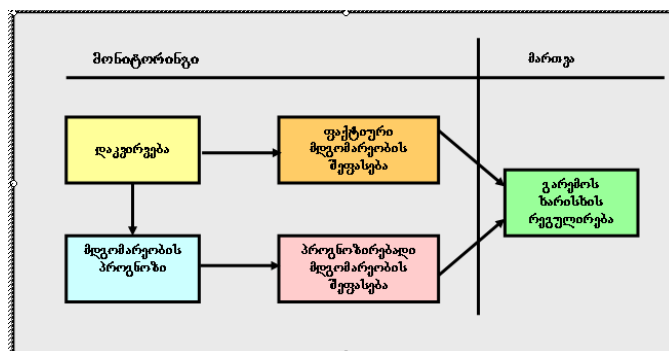
$$\frac{C_{m1}}{E_{m1}} + \frac{C_{m2}}{E_{m2}} + \dots + \frac{C_{mn}}{E_{mn}} \leq 1. \quad (2.2)$$

სადაც $C_{m1}, C_{m2}, \dots, C_{mn}$ - ტოლია ატმოსფეროს ერთსა და იმავე ადგილას მანვე ნივთიერებების გაანგარიშებული მაქსიმალური კონცენტრაციების (მგ/მ³); $\Xi_{m1}, \Xi_{m2}, \dots, \Xi_{mn}$ - მანვე ნივთიერებების შესაბამისი მაქსიმალური ერთჯერადი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (მგ/მ³).

არაორგანიზებული გაფრქვევის წყაროებისათვის (მაგალითად საცავეები, მაგისტრალური გაზსადენები, გაზის ქსელები და ა.შ) და გაერთიანებული მცირე წყაროებისათვის აჯამებენ ზღვრულად დასაშვებ გაფრქვევას, რითაც ადგენენ მის მნიშვნელობას.

გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგი წარმოადგენს გარემოს არსებულ ვითარებაზე დაკვირვების კომპლექსურ სისტემას. გარემოს დაცვის მართვის სისტემა წარმოადგენს ადმინისტრაციული მმართველობის საერთო სისტემის ნაწილს, რომელიც მოიცავს ორგანიზაციულ სტრუქტურებს, დაგეგმვას, პასუხისმგებლობას, მეთოდებს, პროცედურებს, პროცესებსა და რესურსებს, რომელიც საჭიროა (და აუცილებელია) გარემოსდაცვითი პოლიტიკის განვითარება-განხორციელებისთვის, ანალიზისთვის და შენარჩუნებისთვის.

გარემოსდაცვითი მონიტორინგი წარმოადგენს კომპლექსურ სისტემას, რომელიც დაკვირვებას აწარმოებს გარემოს არსებულ მდგომარეობაზე, შეფასებაზე და გარემოს არსებული მდგომარეობის შეცვლის პროგნოზზე, რომელზედაც გარკვეულ ზეგავლენას ახდენს ბუნებრივი და ანთროპოგენული ფაქტორები (ნახ.1).



ნახ.1. მონიტორინგის განხორციელების სქემა

პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ გაზომვარაგების სისტემის მტყუნებამ შეიძლება გამოიწვიოს ავარია და მოხდეს არაპროგნოზირებადი მატერიალური, ეკოლოგიური და სოციალური ზარალი.

თავი. II. ატმოსფეროში დაბინძურების ნივთიერების გაფრქვევის ამოცანა

ატმოსფეროში გამოფრქვეული აირები, რომლებსაც გააჩნიათ გლობალური მნიშვნელობა (ე.ი. რომელთა კონცენტრაციები იზრდება სამრეწველო აქტივობასთან ერთად), ეს არის ნახშირორჟანგი (CO_2), მეთანი (CH_4) და აზოტის ოქსიდი (N_2O). გაზის სექტორის წილი მეთანის გლობალურ ემისიაში შეადგენს 0,03%-დან 0,32%-ს.

ჰაერის ხარისხზე ზემოქმედება უნდა მოიცავდეს: მიწისზედა ობიექტებიდან ემისიების გაანგარიშებას შესაბამისი მონაკვეთის უახლოესი რეპრეზენტატიული მეტეოროლოგიური სადგურის ტემპერატურის, ქარის და სხვა მონაცემების გამოყენებით. გამოყენებული მეთოდოლოგია როგორც წესი ემყარება სტაციონარულ წყაროებს, რაც სრულიად არ ითვალისწინებს ატმოსფეროს სტრატეფიკაციას და ემისიათა წყაროს ტერიტორიის რელიეფს. აგრეთვე საჭიროა მეთოდოლოგიის ადაპტირება მთიანი რეგიონების იმ ტერიტორიებისთვის, სადაც დასახლებული პუნქტები ხვდება ემისიების ზონაში. ემისიების წყაროებისათვის (მაგალითად სატუმბო სადგურები) მითითებული უნდა იყოს ემისიების მაქსიმალურად დასაშვები მოცულობები და ნორმები.

ჩვენს მიერ ჩატარდა ემისიის დისპერსიის მოდელირება იმ პირობების დადგენის მიზნით, რომელიც გამოიწვევს ობიექტიდან ქარის მიმართულებით, ყველაზე უარეს კონცენტრაციებს დედამიწის ზედაპირზე, რადგანაც უარესი კონცენტრაციები (პროგნოზის შესაბამისად) იქმნება ობიექტიდან რამდენიმე ასეულ მეტრის გასწვრივ ქარის მიმართულებით. ამიტომ ქარის სიჩქარეს, მიმართულებასა და ატმოსფერულ სტაბილურობას ძალზე დიდი მნიშვნელობა გააჩნია მოდელირების თვალსაზრისით. თუ მონაცემები არასტაბილურია, მაშინ ემისიების დისპერსიების მოდელირება უნდა ჩატარდეს სხვადასხვა სცენარის გათვალისწინებით.

შესაძლებელია არსებობდეს გარემოზე პირდაპირი და ირიბი, ხანგრძლივი და ხანმოკლე (იმპულსური) ზემოქმედებები. მაგალითად

გაზსადენის უბნის გაქრევა – ხანმოკლეა, ხოლო გაჟონვა – ხანგრძლივი ზემოქმედებაა. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენა ბინძურდება გაზსადენების ექსპლუატაციისას, ხოლო ზედა ფენები ასახავენ გლობალურ დაბინძურებას და ხასიათდებიან შედარებით მცირე დინამიკურობით მიწისპირა ფენასთან შედარებით.

როგორც აღვნიშნეთ, ზღვრული დასაშვები გაფრქვევის ნორმების დადგენისათვის, უნდა სრულდებოდეს პირობა:
$$\frac{C_{m1}}{E_{m1}} + \frac{C_{m2}}{E_{m2}} + \dots + \frac{C_{mn}}{E_{mn}} \leq 1.$$

სადაც $C_{m1}, C_{m2}, \dots, C_{mn}$ - ტოლია ატმოსფეროს ერთსა და იმავე ადგილას მავნე ნივთიერებების გაანგარიშებული მაქსიმალური კონცენტრაციების (მგ/მ³); $E_{m1}, E_{m2}, \dots, E_{mn}$ - მავნე ნივთიერებების შესაბამისი მაქსიმალური ერთჯერადი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები (მგ/მ³).

განვიხილოთ ცალკეული წერტილოვანი დაბინძურების წყაროდან მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევით გამოწვეული ატმოსფეროს დაბინძურების გაანგარიშების მეთოდის, რომელშიც ჩვენ მიერ შეტანილია გარკვეული ცვლილებები. კერძოდ დაზუსტებულია ემპირიულ მასალაზე დაყრდნობით მიღებული ემპირიული დამოკიდებულებები და დაზუსტებულია გარკვეული კოეფიციენტები. მავნე ნივთიერებების მიწისპირა კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა C_m (მგ/მ³), რომელიც მიიღწევა არახელსაყრელ მეტეოროლოგიურ პირობებში ცალკეული წერტილოვანი მრგვალი მილყელის მქონე დაბინძურების წყაროდან გაფრქვევისას ამ წყაროდან დაშორებულ X_m მანძილზე, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$C_m = \frac{AMFmn\eta}{H^2 \sqrt{Q_1 \Delta T}}, \quad (2)$$

სადაც A - არის ატმოსფეროს ტემპერატურული სტრატეფიკაციის კოეფიციენტი (წმ^{2/3} გრად^{1/3} მგ/გ). საქართველოსათვის მიიღება, რომ $A=200$; M - დროის ერთეულში ატმოსფეროში გაფრქვეული მავნე ნივთიერების მასა (გ/წმ); F - ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებების დალექვის

სიჩქარის უგანზომილებო კოეფიციენტი (სხვადასხვა პირობებში $1 \leq F \leq 3$); H - მიწის ზედაპირიდან გაფრქვევის წყაროს სიმაღლე (მ); ΔT - გაფრქვეული ნარევის ტემპერატურასა და გარემო ჰაერის ტემპერატურას შორის სხვაობა ($^{\circ}C$); η - ნარევის გაბნევაზე ადგილის რელიეფის გავლენის ამსახველი უგანზომილებო კოეფიციენტი. თუ გეოდეზიური ქანობი არ აღემატება 0,05-ს, მაშინ $\eta=1$. სხვა შემთხვევაში საჭიროა შემასწორებელი კოეფიციენტის გამოყენება. $Q = \frac{\pi D^2}{4} V$ - ნარევის ხარჯი ($მ^3/წმ$), სადაც D - არის გაფრქვევის წყაროს მილყელის დიამეტრი (მ); V - გაფრქვევის წყაროს მილყელიდან ნარევის გამოსვლის საშუალო სიჩქარე (მ/წმ); m და n - მილყელიდან ნარევის გამოსვლის პირობების ამსახველი კოეფიციენტები.

ამგვარად, ჰაერში მავნე ნივთიერებების გაბნევის ანგარიშისათვის საჭიროა შემდეგი საწყისი მონაცემები: მაგისტრალური გაზსადენების სიტუაციური და ტექნოლოგიური პროცესის რუკა-სქემა; მაგისტრალური გაზსადენის განლაგების რაიონების მეტეოროლოგიური პარამეტრები; მაგისტრალური გაზსადენიდან ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევის პარამეტრები; ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ნორმები.

ჩვენი მიზანია არსებული მეთოდიკის მოდიფიცირება გარკვეული მოსაზრებების გამო, რომელიც აახლოვებს არსებულ იდეალიზაციას რეალურ სიტუაციასთან. მაგისტრალური გაზსადენების ექსპლუატაციის დროს ადგილი აქვს ბუნებრივი გაზის როგორც ორგანიზებულ, ასევე არაორგანიზებულ გაფრქვევებს. ორგანიზებულ გაფრქვევებს ადგილი აქვს გაზსადენის კაპიტალური შეკეთების, კოროზიული და სხვა სახის დაზიანების ლიკვიდაციის, მტვერდამჭერ და კონდენსატის შემკრებთა გაქრვის და ჰიდრატის წარმოქმნის გაუვნებელყოფის დროს. არაორგანიზებული გაფრქვევის შემთხვევებს ადგილი აქვს გაზის გაჟონებისას. მიღებულია, რომ რადგანაც ორგანიზებული გაფრქვევის წამური ინტენსივობა (7420 გ/წმ) ძალზედ

აღმატება არაორგანიზებული გაფრქვევების წამურ ინტენსივობას (1,063 გ/წმ 1 კმ-ზე), ამიტომ გაანგარიშებას აწარმოებენ ორგანიზებული გაფრქვევის წყაროებისათვის. აღნიშნული მოსაზრება ჩვენი აზრით მცდარია, რადგანაც:

1. თუ გავითვალისწინებთ მაგისტრალის მთლიან სიგრძეს (≈ 1940 კმ), ჯამური არაორგანიზებული გაფრქვევა დაახლოებით 2062 გ/წმ შეადგენს, რაც ორგანიზებული გაფრქვევის დაახლოებით 28%-ია;
2. მხედველობაშია მისაღები, რომ არაორგანიზებული გაფრქვევა არ შეიძლება ჩაითვალოს თანაბრად განაწილებულად მთლიანი მაგისტრალის გასწვრივ, არამედ წარმოქმნილი კოროზიული ნახვრეტების არსებობის გამო წარმოადგენს შეყურსულ, წერტილოვან, გარკვეული დროის განმავლობაში მოქმედ გაფრქვევის წყაროებს. ამიტომ ლოკალური დაბინძურების მაქსიმალური კონცენტრაცია იქნება მეტი (და შესაძლებელია გაცილებით მეტიც) ვიდრე ამ წყაროების გაუთვალისწინებლად მიღებული შედეგი.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მოდიფიცირება ეყრდნობა შემდეგ მოსაზრებებს, რომელთა გამო მნიშვნელოვნად შეიცვლება ადრე განხილული მეთოდის მსვლელობა:

1. არსებული მოყვანილი ნატურული გამოკვლევების თანახმად, შესაძლებელია ცნობილად ჩაითვალოს კოროზიული ნახვრეტების განლაგების ალბათური მახასიათებლები;
2. ასევე შესაძლებელია ცნობილად ჩაითვალოს კოროზიული ნახვრეტების დიამეტრების ალბათური მახასიათებლები;
3. ნატურული გამოკვლევების თანახმად შესაძლებელია ცნობილად ჩაითვალოს კოროზიული ნახვრეტების ადგილმდებარეობების ალბათური მახასიათებლები;
4. გაანგარიშების შედეგები წარმოადგენენ განხილული მეთოდის შედეგების და შემოთავაზებული დამატებითი გაანგარიშების სუპერპოზიციას.

თანმიმდევრობით მივყვეთ მოდიფიცირებული მეთოდის მსვლელობას. ვთქვათ, ვიხილავთ მაგისტრალური გაზსადენის გარკვეულ უბანს, რომლისთვისაც დაწვრილებით შესწავლილია კოროზიული ნახვრეტების ალბათური მახასიათებლები.

1. რადგანაც ცნობილია კოროზიული ნახვრეტების ადგილმდებარეობის ალბათობის განაწილების

სიმკვრივე, ამიტომ შემთხვევითი რიცხვების ცხრილის გამოყენებით, შესაძლებელია განვსაზღვროთ არჩეულ უბანზე კოროზიული ნახვრეტების რაოდენობა და მათი განლაგების კოორდინატები; 2. რადგანაც ცნობილია კოროზიული ნახვრეტების დიამეტრების ალბათობის განაწილების სიმკვრივე, ამიტომ შემთხვევითი რიცხვების ცხრილის გამოყენებით, შესაძლებელია განვსაზღვროთ არჩეულ უბანზე უკვე დადგენილი კოროზიული ნახვრეტების დიამეტრების მნიშვნელობები; 3. თითოეული კოროზიული ნახვრეტის, როგორც წერტილოვანი გაფრქვევის წყაროსათვის, წარმოებს მიწისპირა მავნე ნივთიერების (მეთანის) კონცენტრაციების ველის განსაზღვრა; 4. არსებული მეთოდოლოგიის თანახმად, წარმოებს ორგანიზებული გაფრქვევისათვის მიწისპირა მავნე ნივთიერების (მეთანის) კონცენტრაციების ველის განსაზღვრა; 5. ორივე მეთოდით მიღებული მიწისპირა მავნე ნივთიერების (მეთანის) კონცენტრაციების ველების სუპერპოზიციით, მიიღება საბოლოო, რეალური მიწისპირა მავნე ნივთიერების (მეთანის) კონცენტრაციების ველი.

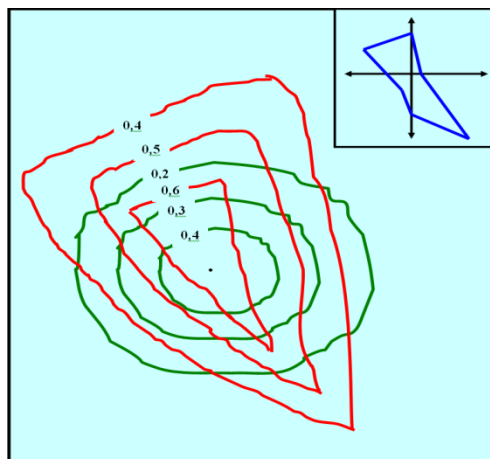
მოდულიზირებული მეთოდიკის თვალსაჩინო ილუსტრირებისათვის განვიხილოთ საქართველოს მაგისტრალური გაზსადენის ზევით აღნიშნული 10 კმ-იანი უბანი. არსებული მეთოდიკით გაანგარიშებული მნიშვნელობების შესაბამისად, მაქსიმალური კონცენტრაცია არ აღემატება ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის 37%-ს, რაც დასაშვებია ნორმების მიხედვით.

ვნახოთ, თუ რა ცვლილებას შეიტანს არაორგანიზებული გაფრქვევის გათვალისწინება. ქარის თაიგული მხედველობაში მიიღება მოყვანილი მონაცემების შესაბამისად.

განვიხილოთ ანალოგიური ანგარიში ჩვენს მიერ ზევით აღნიშნული მოდულიზირების გათვალისწინებით. მაგალითისათვის გავითამაშოთ ორი სცენარი: 1. ჩავთვალოთ, რომ კოროზიულ ნახვრეტებს გააჩნიათ ერთი და იგივე დიამეტრი და ისინი განლაგებული არიან განსახილველი უბნის გასწვრივ თანაბრად (ადრე აღნიშნული მანძილი მათ შორის და მათი დიამეტრები მივიჩნიოთ შესაბამისად მათი მათემატიკური მოლოდინების

ტოლად: $D = 4,7$ მმ ; $L = 3,4$ კმ. ე.ი. მიჩნეულია, რომ ერთ-ერთი ნახვრეტი მოთავსებულია უბნის შუაში). 2. გავითამაშოთ სცენარი შემთხვევით განაწილებული რიცხვების შესაბამისად. ამ შემთხვევაში გვექნება: $D_1 = 3,4$ მმ; $D_2 = 5,1$ მმ ; $D_3 = 7,4$ მმ; $L_1 = 3,8$ კმ; $L_2 = 5,9$ კმ.

2 ნახ-ზე ნაჩვენებია მავნე ნივთიერებების გაფრქვევის კონცენტრაციების ველები, ქარის თაიგულის გათვალისწინებით. გამოყენებულია ზევით ნახსენები სუპერპოზიციის პრინციპი. აშკარად ჩანს განსხვავება განხილულ პინციპულად განსხვავებულ ორ მეთოდს შორის. კერძოდ, მაქსიმალური კონცენტრაცია ამ შემთხვევაში დაახლოებით 80%-მდე იზრდება. თუ გავითვალისწინებთ, რომ საკურორტო და სარეკრეაციო ზონებში უნდა შესრულდეს პირობა $\frac{C_m}{E_m} \leq 0,8$, სიტუაცია უახლოვდება საშიშს.

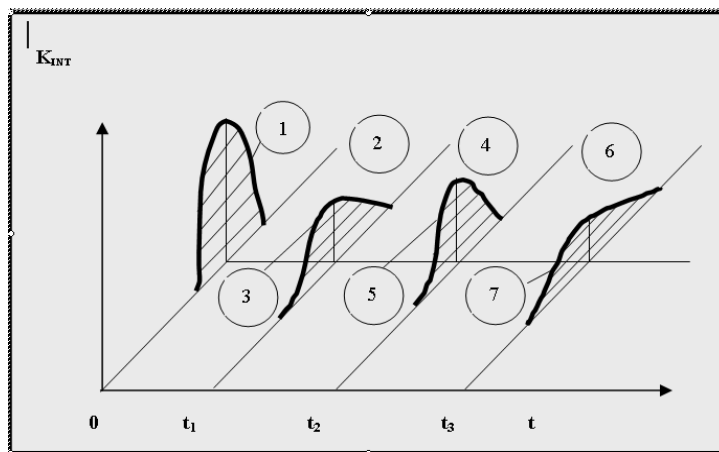


ნახ.2. მავნე ნივთიერებების გაფრქვევის კონცენტრაციების ველები, ქარის თაიგულის გათვალისწინებით

ამრიგად, განხილული მაგალითიდან ჩანს, ჩვენ მიერ შემოთავაზებული მეთოდის უპირატესობა არსებულთან. იგი იძლევა რეალურთან გაცილებით მიახლოებულ სურათს და უფრო საიმედოა გარემოსდაცვითი თვალსაზრისით.

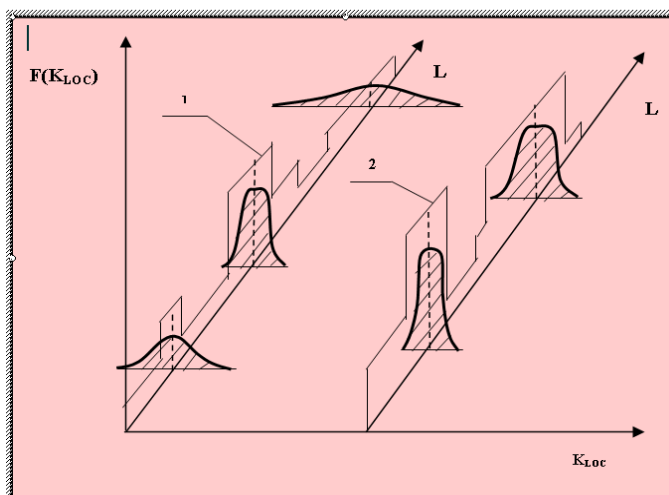
თავი III. გაზომვარაგების ობიექტების ეკოლოგიური რისკ- ფაქტორი და თვისობრივი მოდელის შეფასება

ნაშრომში განხილულია მაგისტრალური გაზსადენის ეკოლოგიური რისკ-ფაქტორის თვისობრივი მოდელის შეფასების ამოცანა. რისკ-ფაქტორის ცვლილების სქემა, რომელიც ამ ეტაპზე ცალსახად არ არის განსაზღვრული, ნაჩვენებია მე-3 ნახ-ზე. შემდგომში აგრეთვე მიიღება შემდეგი წანამძღვრები: 1. რისკ-ფაქტორი არის სტოქასტიკური სიდიდე; 2. შემფოთების ალბათობის ჩარევა გარემოში ყველაზე მნიშვნელოვანია მშენებლობის სტადიაზე; 3. ობიექტის ექსპლუატაციაში შეყვანის შემდეგ, რისკ-ფაქტორის ალბათობა შედარებით მცირდება; 4. ექსპლუატაციის დაწყების შემდეგ, რისკ-ფაქტორის ალბათობა იზრდება; 5. ნარჩენი რესურსის ბოლომდე ამოწურვისას, მაგისტრალური გაზსადენების რისკ-ფაქტორი აღწევს მის მაქსიმალურ მნიშვნელობას; 6. მაგისტრალური გაზსადენების კონსერვაციისას, ხდება ოპერაციის დასრულება.



ნახ. 3. ინტეგრალური რისკ-ფაქტორის ცვლილება დროში: 1. მშენებლობის სტადია; 2. მისახმირისი პერიოდი; 3. ნორმალური ექსპლუატაციის საწყისი ეტაპი; 4. ექსპლუატაციის სტადია; 5. ექსპლუატაციის დამთავრება; 6. კონსერვაციის სტადია; 7. ნარჩენი ზემოქმედება

წარმოდგენილი სქემა გვიჩვენებს ჩვენი რისკ-ფაქტორის ინტეგრალურ სიდიდეს.



ნახ. 4. ლოკალური რისკ-ფაქტორის ცვლილება მაგისტრალური გაზსადენების სიგრძის გასწვრივ: 1. მეწყერი; 2. ნიადაგის წინაღობა

წარმოდგენილი სქემა შედგება ავარიებით გამოწვეული ლოკალური რისკ-ფაქტორებით, რომლებიც იცვლება მაგისტრალური გაზსადენების სიგრძის მიხედვით. ასეთი ტიპური სქემა წარმოდგენილია მე-4 ნახ-ზე. განვიხილოთ დაუგეგმავი ავარიის შემთხვევა, რომელსაც შეიძლება მოჰყვეს პერსონალის დაზიანება, მაგისტრალური გაზსადენების გარემოს დაზიანება და საკუთრივ ობიექტის დაზიანება. ავარიების მიზეზები შეიძლება იყოს შემდეგი: ლითონის კოროზია, სამშენებლო სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები, სტიქიური უბედურებები და ა.შ. ცხადია, რომ ფაქტორები იწვევენ მაგისტრალური გაზსადენების ავარიების მიზეზებს.

დავუბრუნდეთ მე-4 ნახაზს. მასზე თვალსაჩინოებისათვის ნაჩვენებია მაგისტრალური გაზსადენების ლოკალური რისკ-ფაქტორის ცვლილება სიგრძისა და დროის მიხედვით. ჩვენ მაგალისათვის ვიხილავთ მხოლოდ ორი რისკ-ფაქტორის (მეწყერი და ნიადაგის წინაღობა) გავლენას. ინტეგრალური რისკ-ფაქტორის მეთოდის განსაზღვრის პროცედურა შემდგომში მდგომარეობს: 1. შემუშავდება ყველა შესაძლო ალბათობის სიმკვრივის განაწილების მრუდების სუპერპოზიცია; 2. განისაზღვრება აღნიშნული ალბათობის სიმკვრივის განაწილების მრუდების გადაფარვის ფართობი; 3. აღნიშნული მიღებული სიდიდეების (ლოკალური რისკ-

ფაქტორების მნიშვნელობების) ჯამი, რიცხოვნობად უტოლდება ინტეგრალურ რისკ-ფაქტორს; 4. სხვაობა დანიშნულ (ნორმატიულ) და მიღებულ რისკ-ფაქტორს შორის, გვიჩვენებს მაგისტრალური გაზსადენების მდგომარეობას. ბუნებრივია, რომ რაც უფრო მცირეა აღნიშნული სხვაობა, მით უფრო კარგია მაგისტრალური გაზსადენების მდგომარეობა.

განვიხილოთ რისკის ანალიზის ჩატარების მეთოდები და რისკის მაჩვენებლები, კერძოდ, საკომპრესორო სადგურის საფრთხის ანალიზის თვისობრივი მეთოდი (ცხრილი 1).

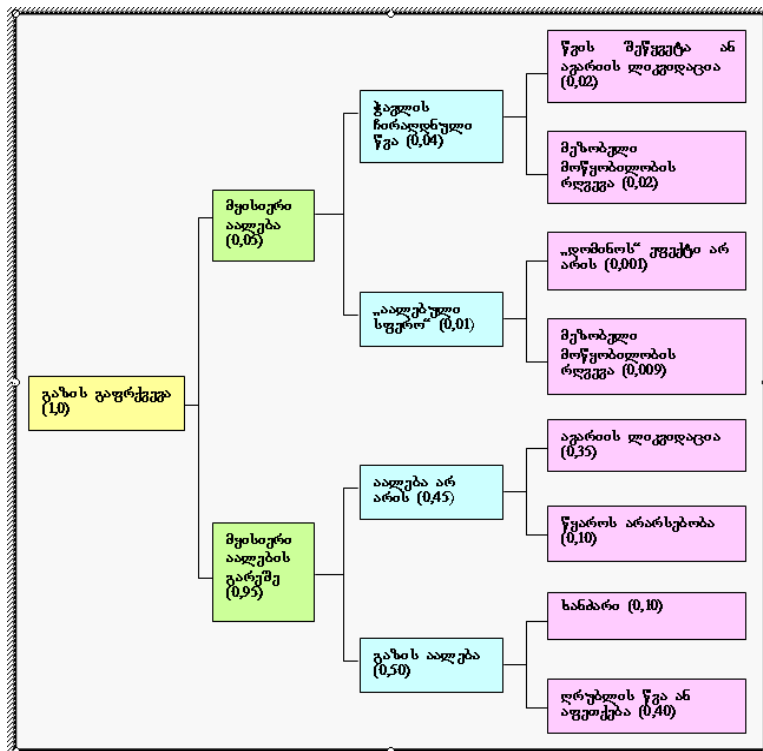
ცხრილი 1

საკომპრესორო სადგურის საფრთხის და მუშაუნარიანობის შესწავლა

საკვანძო სიტყვა	გადახრა	მიზეზები	შედეგები	T	B	K = T + B	რეკომენდაციები
“ნაკლებია”	არ არის გაზის ნაკადი	1. გაზსადენის გაგლეჯა	გაზის გაფრქვევა	2	4	6	დამონტაჟდეს ავარი უკი სიგნალიზაციის დანადგარი
		2. ელექტრო-კვების სისტემის მტყუნება	საშიშროება არის	3	1	4	უნდა ამალდეს რე-ზერვირების სისტემის საიმედოობა
“შეტა”	კომპრესორის დაჭირხვნის წნევის გაზრდა	3. დაკეტილი სადაწნო ვენტილი	კომპრესორის რღვევა და გაზის გაფრქვევა	1	2	3	შეიცვალოს წნევის რელე, დამცავი და უკუ სარქველები
		4. არ არის ან არასაკმარისია წყლის მიწოდება	კომპრესორის რღვევა და გაზის გაფრქვევა	1	2	3	შეიცვალოს წნევის რელე, დამცავი და უკუ სარქველები
		5. დიდი რაოდენობის ჰაერი კონდენსატორში	აფეთქებასაშიში ნარევის წარმოქმნა	1	3	4	-
	დამჭირხნი კომ-	6. არ არის წყლის გადი-	კომპრესორის რღვევა და	1	2	3	მაღალი და დაბალი წნევის

პრესორის ტემ-პერატურის ზრდა	ნება კომპრესორის გამა-გრილებელში	გაზის გაფრქვევა	კომპესორ-ბუე დასაყენებელია რელე
“ნაკლებია” შეწოვის წნევის შემცირება	გ.კომპრესორის ხარჯის გაზრდა	სამიშროება არის	შემოწმდეს წნევის რელე

შემდგომში განვიხილოთ “ხდომილების ხე”-ს მეთოდის გამოყენების მაგალითი, კერძოდ მაგისტრალური გაზსადენების ავარიები სხვადასხვა სცენარისათვის (ნახ.5). აღნიშნული ხდომილების მოყვანილი მონაცემები, წარმოადგენენ პირობითი ალბათობის ხდომილების წარმოქმნას. ცალკეული ხდომილების ან სცენარის წარმოქმნის ალბათობა მიიღება ინიცირებული ხდომილების სიხშირის გამრავლებით, ავარიის კონკრეტული სცენარით განვითარების პირობით ალბათობაზე.



ნახ.5. “ხდომილების ხე” ავარიების სხვადასხვა სცენარისათვის მაგისტრალურ გაზსადენზე

აგრეთვე, განვიხილოთ საკომპრესორო სადგურის “მტყუნებების ხეს” მეთოდი. ინფორმაციის მოძიება და შესაბამისი ანალიზი გაკეთდა 50-

მდე ობიექტის საკომპრესორო სადგურის მტყუნების მიზეზებზე. გარდა ამისა, ჩატარდა ეროტექნიკური სისტემის ანალიზი. განვიხილოთ “მტყუნებების ხე” ყველაზე საშიშ ხდომილებაზე – ხანძარი ან აფეთქება, რომელიც იწვევს მთავარ ხდომილებას (მე-6 ნახაზი და მე-2 ცხრილი).

რეალურად, საკომპრესორო საადგურში ხანძარის ან აფეთქების ხდომილება, დამოკიდებულია 12 ელემენტის მდგომარეობაზე. მოწყობილობის ელემენტების ნორმალურ შემთხვევაში, სადგურში ხანძრის ან აფეთქების ხდომილება შეადგენს $1,2 \cdot 10^{-2}$ 1/წელის ალბათობას (გრაფა 13). “დროის-სივრცითი” მეთოდის გამოყენებისას (და “მტყუნებების ხე”), შესაძლოა იყოს მხოლოდ 37 შესაძლო მდგომარეობა, რომლებიც დაიჯგუფება დიაპაზონებში, რომელიც თვალსაჩინოდ ჩანს ლოგარითმულ სკალაზე (ნახ.8). შესაძლებელია წარმოვიდგინოთ ზღვრული არეები, რომლებიც შეესაბამებიან თვითეულ შერჩეულ დიაპაზონში. კერძოდ გამოიყოფა სამრეწველო უსაფრთხოება (19 მდგომარეობა) და საშიში მდგომარეობა (18 მდგომარეობა).

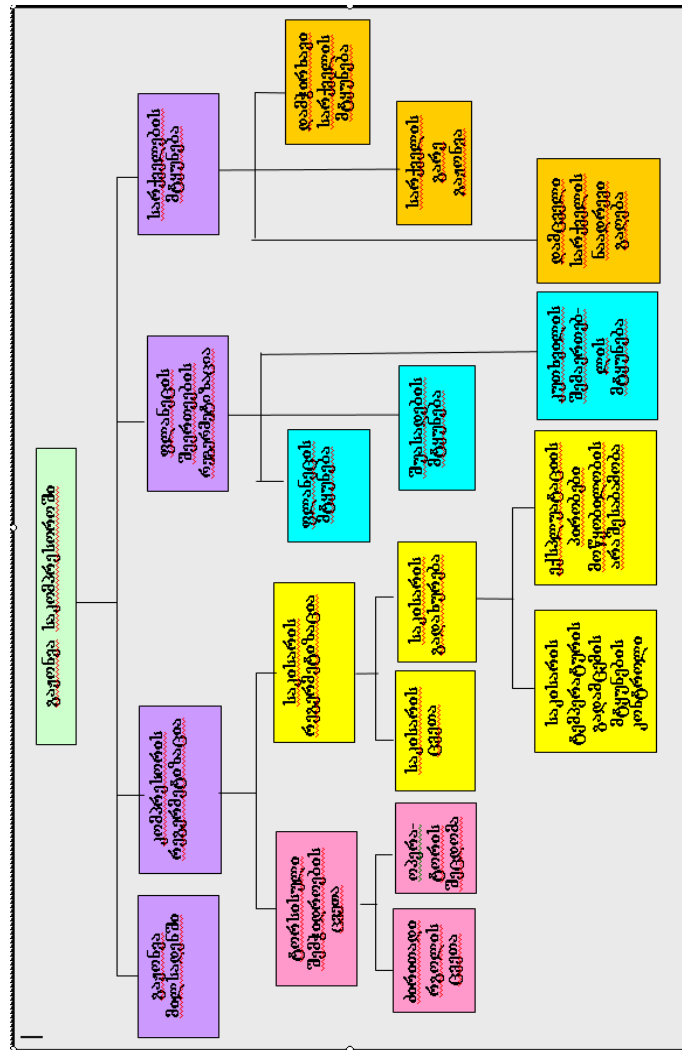
ცხრილი 2

“მტყუნებების ხე” მთავარი ხდომილება, საბაზისო ხდომილებების ალბათობების მნიშვნელობისათვის (ხდება გაზის გაჟონვა საკომპრესორო საადგურში)

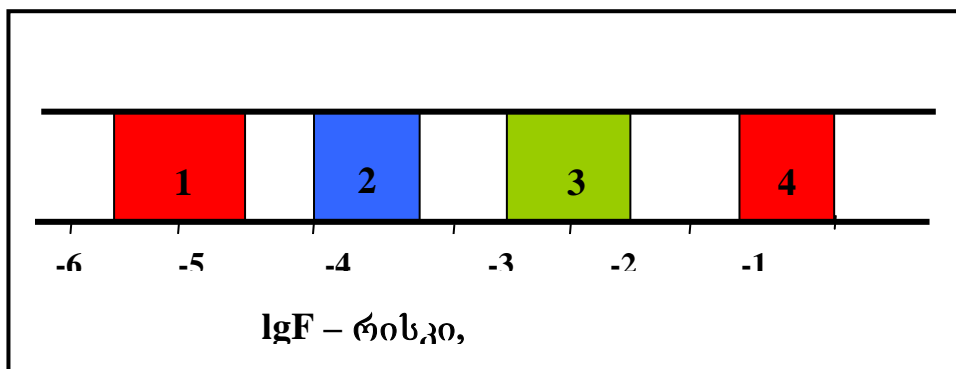
	საბაზისო ხდომილება	ერთი ელემენტის მტყუნების ალბათობა, 1/წელი
1	გაჟონვა მილსადენში	$2,6 \cdot 10^{-7}$ 1/წელი
2	ძირითადი რგოლის ტორსისული შემჭიდროების ცვეთა	$1,7 \cdot 10^{-7}$ 1/წელი
3	ოპერატორის შეცდომა	$1,0 \cdot 10^{-2}$ 1/მოკმედევა
4	საკისარის ცვეთა	$6 \cdot 10^{-4}$ 1/წელი
5	საკისარის ტემპერატურის გადამცემის მტყუნების კონტროლი	$2,9 \cdot 10^{-2}$ 1/წელი
6	ექსპლუატაციის პირობები საკისარის მოწყობილობის არაშესაბამისობა	$6,6 \cdot 10^{-5}$ 1/წელი
7	ფლანგის მტყუნება	$8,6 \cdot 10^{-5}$ 1/წელი

8	შუასადების მტყუნება	$9,0 \cdot 10^{-5}$ 1/წელი
9	კუთხვილის შემაერთებლის მტყუნება	$1,5 \cdot 10^{-4}$ 1/წელი
10	დამცველი სარქველის ნადრევი გაღება	$2,5 \cdot 10^{-2}$ 1/წელი
11	სარქველის გარე გაჟონვა	$8,6 \cdot 10^{-5}$ 1/წელი
12	დამჭირხნავი სარქველის მტყუნება	$8,6 \cdot 10^{-4}$ 1/წელი
13	აალების წყარო	$1,2 \cdot 10^{-2}$ 1/წელი

შედარებისათვის, მე-7 ნახ-ზე, ნაჩვენებია საკომპროსოროში აფეთქების (ხანძარის) ლოგარითმული სკალა. აქ გამოყოფილია სამრეწველო უსაფრთხოება (უსაფრთხო მდგომარეობების არე და კონტროლირებული რისკის არე) და საშიში მდგომარეობების არე.

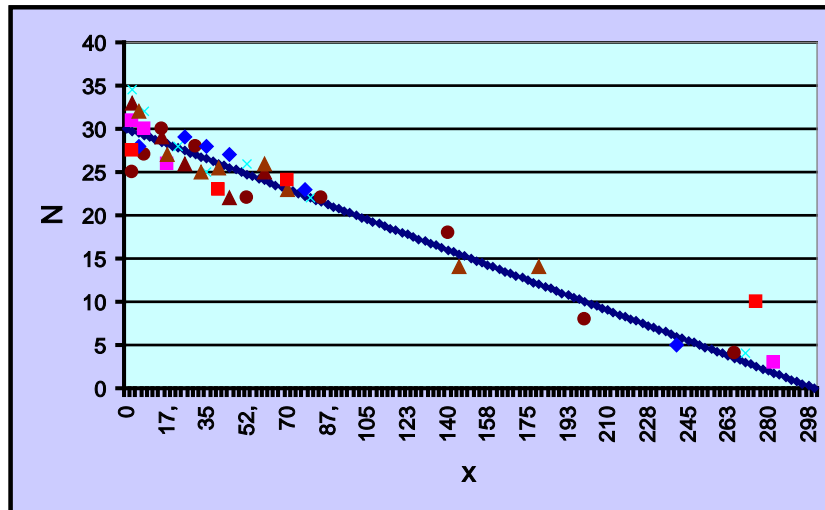


ნახ.6. “მტყუნების ხე” ხდომილებისათვის “გაზის გაჟონვა საკომპესოროში”



ნახ.7. საკომპრესოროს მუშაუნარიანობა, რისკის ლოგარითმული სკალა: 1. მისაღები რისკის არე; 2. კონტროლირებული რისკის არე; 3. საშიში მდგომარეობების არე; 4. საგანგებო მდგომარეობების არე

შემდეგში განხილულია სტატისტიკა კატასტროფების და უბედური შემთხვევების განაწილების, კერძოდ განაწილებები მძიმე კუდებით. კატასტროფების გამო, იშვიათად გვხვდება სუპერექსტრემალური მნიშვნელობები, რომლებიც არათანაზომადია ხდომილებების უდიდესი ნაწილის მნიშვნელობებთან. ზარალი სუპერექსტრემალური ხდომილებებიდან თანაზომადია ამ პერიოდში მომხდარი ყველა კატასტროფის ზარალთან.



ნახ.8. მოყვანილია მსოფლიოში მსხვილი ნავთობგაზსადენების 1990-2100 წწ. 30 ბუნებრივი კატასტროფის განაწილების კუმულატური ჰისტოგრამა მსხვერპლის მნიშვნელოვანი რაოდენობით (წრფე მიღებულია ლოგარითმულ მასშტაბზე – კანონის პარეტო პარამეტრით $\alpha = 0,70$)

მე-8 ნახ-ზე მოყვანილია 30 ყველაზე მნიშვნელოვანი (ადამიანთა მსხვერპლის თვალსაზრისით), მსხვილი გაზსადენების ბუნებრივი კატასტროფის (მიწისძვრა, ქარიშხალი, წყალდიდობა) შერჩევითი განაწილების კუდის დაგროვილი ჰისტოგრამა 1990-2010 წწ. აქ $N(x_i > x)$ – არის ხდომილებათა რაოდენობა მსხვერპლით x . ჩანს, რომ განაწილების კუდი კარგად უახლოვდება წრფეს დაახლოებით დახრით კოეფიციენტით $(-0,7)$, ე.ი. $N(x_i > x) \approx x^{-0,7}$ მონაცემთა განხილულ დიაპაზონში. აღსანიშნავია, რომ სტატისტიკური დამოკიდებულებების ანალიზისას, როგორც წესი, უგულვებელყოფილია იმ მსხვილი ხდომილებების შესაძლებლობები, რომლებიც მდებარეობს განაწილების სწრაფად კლებადი “კუდით”, და აქ ამის გაკეთება შეუძლებელია. უფრო მეტიც, შემდგომში მოყვანილი მიზეზების გამო, შესაძლებელია განხილული იყოს მხოლოდ “კუდი” და უგულვებელყოფილ იქნას განაწილების ქცევა მცირე x -ების დროს. ამგვარ განაწილებებს ეწოდება განაწილებები მძიმე კუდებით. არსი შემდეგია: განაწილებები მძიმე კუდებით ეს ისეთი განაწილებებია, რომლის კუდის “ჩამოჭრა” შეუძლებელია.

უმარტივესი განაწილება, რომელსაც გააჩნია მძიმე კუდი (ე.წ. პარეტოს განაწილება), რომლისთვისაც განაწილების ფუნქციას გააჩნია შემდეგი სახე $F(x) = Prob\{\xi < x\}$ და რომელიც განსაზღვრავს იმის ალბათობას, რომ შემთხვევითი სიდიდე მიიღებს h -ზე ნაკლებ მნიშვნელობას, შემდეგი დამოკიდებულებით: $F(x) = \begin{cases} 1 - x^{-\alpha}; & x \geq 1 \\ 0; & x < 1. \end{cases}$, თუ $\alpha > 0$.

თავი IV. ბუნებრივი გაზის გამანაწილებელ ქსელში ტექნიკური დანაკარგის წნევების მიხედვით გადანაწილების მეთოდი და საიმედოობის მაჩვენებლების დადგენა

განვიხილოთ ბუნებრივი გაზის გამანაწილებელ ქსელში ტექნიკური დანაკარგის ანალიზი.

გაზგამანაწილებელი ქსელებიდან და მოწყობილობებიდან ბუნებრივი გაზის ტექნიკური დანაკარგის ზუსტი განსაზღვრა თითქმის შეუძლებელია. ვინაიდან გაზგამანაწილებელი ქსელის და მისი მოწყობილობების ჰერმეტიულობის დარღვევა უამრავი ფაქტორით არის განპირობებული, გაზგამანაწილებელი მეურნეობების ქსელებიდან ბუნებრივი გაზის ტექნიკური დანაკარგის განსაზღვრა დიდ და ზოგიერთ შემთხვევაში გადაულახავ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული.

დსთ-ს ქვეყნებში არსებულ და მოქმედ გაზგამანაწილებელ ქსელებში ბუნებრივი გაზის დანაკარგის განსაზღვრის მეთოდიკები მეტად რთულია, ხოლო დანაკარგების განსაზღვრული კონკრეტული სიდიდეები იცვლება დიდ დიაპაზონში.

აღმოსავლეთ ევროპისა და დსთ-ს ქვეყნებში ტექნიკურ დანაკარგთან დაკავშირებული მდგომარეობა შემდეგია: ესტონეთი: მოხმარებული ბუნებრივი გაზის 0,1%; რუმინეთი - 1/2%; აზერბაიჯანი - 2/3%; სომხეთი - 3/4%; ლიტვა - 0,5/0,7%; ლატვია - 2/3%; პოლონეთი: პოლიეთილენისა და ფოლადის მილებში - მოხმარებული გაზის 2%, რკინის მილებში - მოხმარებული გაზის 3%. ამგვარად მოპოვებული სტატისტიკური მონაცემები

მეტყველებენ, რომ დსთ-ს და აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების პრაქტიკაში - ტექნიკური დანაკარგის ნორმა დადგენილია პროცენტებში, რაც უფრო მიზანშეწონილია და ხელსაყრელი მცირე მოხმარების გაზის მეურნეობებისათვის.

იმ შემთხვევაში, თუ ცნობილია ბუნებრივი გაზის გამანაწილებელ ქსელში ტექნიკური დანაკარგის სიდიდე, დგება საკითხი მისი წნევების მიხედვით გადაანგარიშების შესახებ.

ამიტომ განვიხილოთ შემდეგი ამოცანა: მოცემულია ბუნებრივი გაზის გამანაწილებელი ქსელი, რომელიც შეიცავს მაღალი, საშუალო და დაბალი წნევის ქსელებს. ცნობილია მთლიანი ქსელის წლიური მოხმარება Q_0 , ტექნიკური დანაკარგი Q ($Q = kQ_0$) და ქსელების სიგრძეები: დაბალი წნევის - L_1 ; საშუალო წნევის - L_2 ; მაღალი წნევის - L_3 . დასადგენია ტექნიკური დანაკარგები დაბალი, საშუალო და მაღალი წნევების ქსელებისათვის: Q_1 , Q_2 და Q_3 . ცხადია, რომ $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$. საბოლოოდ, მივიღებთ:

$$\begin{cases} Q_1 = \frac{Q}{1 + n \frac{L_2 + L_3}{L_1}}; \\ Q_2 = n \frac{L_2}{L_1} \frac{Q}{\left(1 + n \frac{L_2 + L_3}{L_1}\right)}; \\ Q_3 = n \frac{L_3}{L_1} \frac{Q}{\left(1 + n \frac{L_2 + L_3}{L_1}\right)}. \end{cases}$$

თუ გამანაწილებელ ქსელში, არ გვაქვს მაღალი წნევის ქსელი, მაშინ $L_3 = 0$; $Q_3 = 0$, ხოლო

$$Q_1 = \frac{Q}{1 + n \frac{L_2}{L_1}};$$

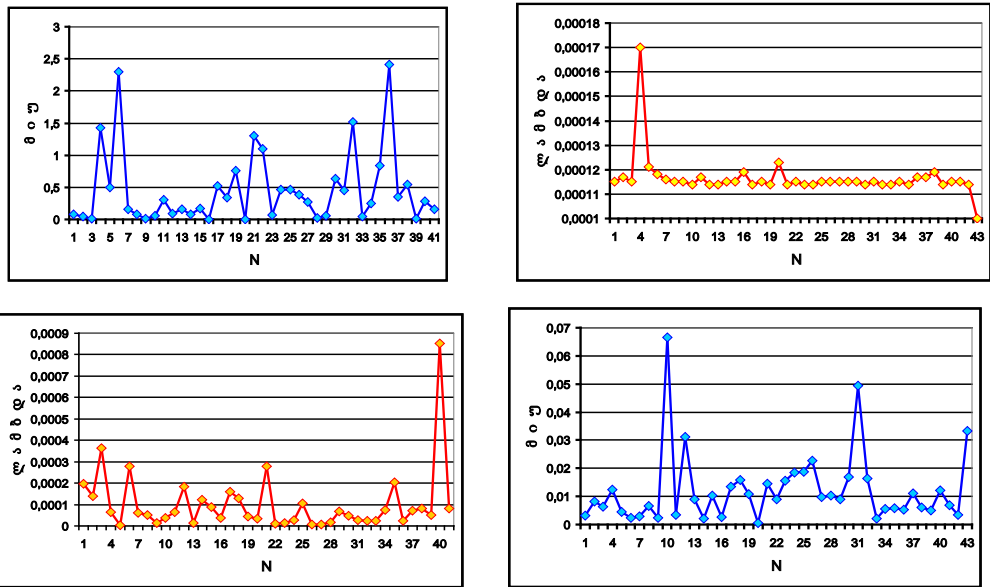
$$Q_2 = n \frac{L_2}{L_1} \frac{Q}{\left(1 + n \frac{L_2}{L_1}\right)} = \frac{nQL_2}{L_1 + nL_2}.$$

შემდეგში, განვიხილოთ გაზგამანაწილებელი მეურნეობის ნატურული მონაცემების საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა. როგორც დაგეგმარების სტადიაზე, ასევე ექსპლუატაციაში მყოფი გაზგამანაწილებელი ქსელის ტექნიკური მომსახურების მაჩვენებლების განხილვისას, დიდი ყურადღება ექცევა მზადყოფნის კოეფიციენტს. იგი განისაზღვრება როგორც ალბათობა იმისა, რომ გაზგამანაწილებელი ქსელი მუშაობს დამაკმაყოფილებლად მისი უშუალო გამოყენების დროს ნებისმიერ მომენტში. ამ დროს მხედველობაში მიიღება მხოლოდ მუშაობისა და მოცდენის დრო, მაგრამ არ განიხილება ის დრო, რომლის განმავლობაში სისტემას შეგნებულად არ იყენებენ. მზადყოფნის კოეფიციენტი დეტერმინირებული სიდიდეა და წარმოადგენს ნამუშევრის მათემატიკური მოლოდინის (μ_t) შეფარდებას, ამავე სიდიდისა და აღდგენის დროის მათემატიკური მოლოდინის (μ_r) ჯამთან $K = \frac{\mu_t}{\mu_t + \mu_r}$.

ჩავთვალოთ, რომ მოცემულია შემდეგი სიდიდეები: მეურნეობისათვის ბუნებრივი გაზის მიწოდებული წლიური მოცულობა W ათასი მ³; ქსელის სიგრძე L კმ; ავარიების რაოდენობა N ; რემონტის დრო T , სთ; ნამუშევრის დრო $T_0 - T$, სთ (სადაც $T_0 = 8760$ სთ); აღდგენის (რემონტის) დროს ინტერვალი $\tau = \frac{T}{N}$, სთ; ნორმალური მუშაობის დროს ინტერვალი $t = \frac{T_0 - T}{N}$, სთ; აღდგენის ინტენსივობა $\mu = \frac{1}{\tau}$, 1/სთ; მტყუნების საფრთხე $\lambda = \frac{1}{t}$, 1/სთ; მზადყოფნის კოეფიციენტი $K = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$.

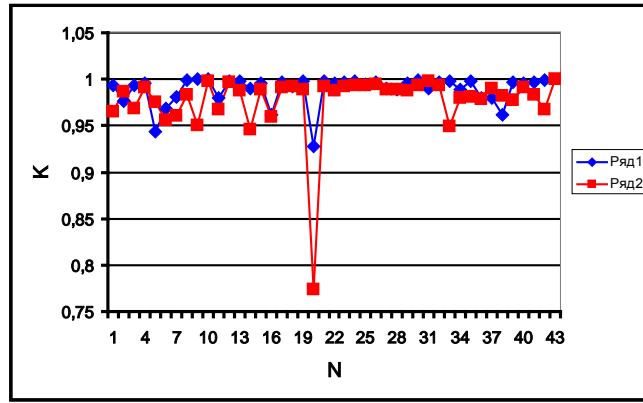
ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები, პრაქტიკულად წარმოადგენს პირველ მცდელობას, რადგანაც მსგავსი კვლევა ჯერ კიდევ საქართველოში არ ჩატარებულა.

ამიტომ, დღეისათვის შეუძლებელია არსებული სტატისტიკური რიგების ზუსტი და კორექტული დამუშავება. ამ ეტაპისათვის, პირველ ეტაპზე, უნდა ჩატარდეს მხოლოდ ორიენტირებული ინტეგრალური მაჩვენებლების დადგენა, რაც მოგვცემს გარკვეულ თვისობრივ ტენდენციას და მიღებული პარამეტრების გასაშუალების საშუალებას. მე-9 ნახ-ზე. ნაჩვენებია საშუალო და დაბალი ქსელების აღდგენის ინტენსივობის სიდიდეები და მტყუნების საფრთხის სიდიდეები სხვადასხვა მეურნეობისათვის.

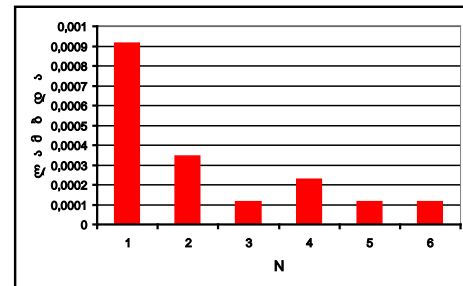
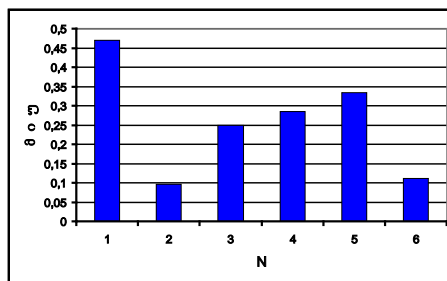


ნახ.9. საშუალო და დაბალი ქსელების აღდგენის ინტენსივობის სიდიდეები და მტყუნების საფრთხის სიდიდეები სხვადასხვა მეურნეობისათვის.

10 ნახ-ზე ნაჩვენებია საშუალო და დაბალი წნევის ქსელის მზადყოფნის კოეფიციენტი, სხვადასხვა მეურნეობისათვის.

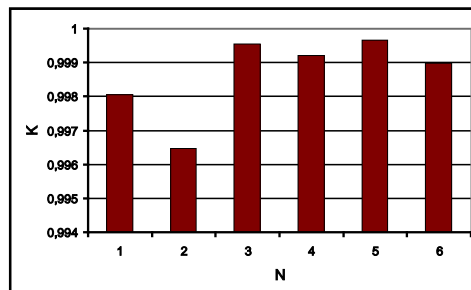


ნახ.10. საშუალო და დაბალი წნევის ქსელის მზადყოფნის კოეფიციენტები, სხვადასხვა მეურნეობისათვის. აბსცისთა ღერძზე (ლურჯად - საშუალო წნევა; წითლად - დაბალი წნევა)



ნახ. 11. მაღალი წნევის ქსელების აღდგენის ინტენსივობის სიდიდეები, და მტყუნების საფრთხეების სიდიდეები, სხვადასხვა მეურნეობისათვის. 1. შპს “ყაზტრანგაზ-თბილისი”; 2. შპს “ვანიგაზი”; 3. შპს “სოკარ ჯორჯია გაზი - ქართლი” (დმანისი); 4. შპს”ლანჩხუთიგაზი”; 5. სს “რუსთავიგაზი”; 6. შპს “აჭარა ბუნებრივი აირი”

ნახ. 12-ზე ნაჩვენებია მაღალი წნევის ქსელების მტყუნების საფრთხის შეფარდება, აღდგენის ინტენსივობასთან.



ნახ.12. მაღალი წნევის ქსელების მზადყოფნის კოეფიციენტები, სხვადასხვა მეურნეობისათვის

საბოლოოდ, მოყვანილია საქართველოს მაგისტრალური გაზსადენის ავარიების და მტყუნებების სტატისტიკა, რომელიც ჩვენს მიერ მიღებულია მე-3 ცხრილის მიხედვით და შედგენილია მაგისტრალური გაზსადენის სხვადასხვა უბნისათვის, ექსპლუატაციის ვადის მიხედვით, F_n ფაქტორებით, საექსპერტო გზით.

ცხრილი 3

მაგისტრალური გაზსადენის სხვადასხვა უბნის საექსპერტო ფაქტორების ექსპლუატაცია

მაგისტრალური გაზსადენის უბნის ხასიათი	ექსპლუატაციის ვადა, < 2	20 ÷ 30	წელი > 30
ტრასის უბნები, რომლებიც დამორეზულნი არიან დასახლებული პუნქტებიდან და სატრანსპორტო კომუნიკაციიდან, ჭაობებისა და მდინარეების გადასავლელების გარეშე	2,7	2,5 ÷ 2,7	2,3 ÷ 2,5
ჭაობებისა და მდინარეების გადასავლელები, მაღალი კოროზია, საიზოლაციის საფარის აღდგენის სიმძნელები	4,6	4,3 ÷ 5,9	4,1 ÷ 5,7
საჭაერო გადასასვლელები ხევებზე, მდინარეებზე, სატრანსპორტო კომუნიკაციებზე	3,7 ÷ 4,3	3,5 ÷ 4,1	3,3 ÷ 4,0
ჩამკეტი და დამხმარე არმატურა და განშტოებების (ლუპინგები) ადგილები	4,3 ÷ 4,8	4,1 ÷ 4,6	3,9 ÷ 4,4
ტრასის უბნები, რომლებიც გადიან მოსახლეობის მაღალი სიმჭიდროვის ადგილებში, ვანდალიზმი, მოქმედება მესამე პირების მიერ	4,0 ÷ 5,0	3,8 ÷ 4,8	3,6 ÷ 4,6
საკომპრესორო სადგურების ტრასის უბნები, რომლებიც წარმოადგენენ ციკლური დატვირთვის "წყაროებს"	5,0 ÷ 7,0	4,8 ÷ 6,4	4,8 ÷ 6,1
ტრასის უბნები მეწყერით, გრუნტის მძიმე თვისებებით	4,6 ÷ 6,0	4,3 ÷ 5,9	4,1 ÷ 5,1

დასკვნები. ჩატარებული კვლევების შედეგებიდან გამომდინარე

გაკეთებულია შემდეგი დასკვნები:

1. არსებული ლიტერატურის ანალიზის და მსოფლიოში გაზის სექტორის მიმოხილვის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ დღეს საქართველოში გაზის სექტორში სუსტადაა შესწავლილი საიმედოობის, გარემოსდაცვითი ღონისძიების და გადაწყვეტილების მიღების პრინციპები, რაც მოითხოვს დამატებით კვლევას.

2. პირველად შემუშავებულია ატმოსფეროს ბუნებრივი გაზის გაფრქვევის შედეგად დაბინძურების ამოცანა და მავნე ნივთიერებათა მაქსიმალური კონცენტრაციების ველის დადგენის მოდიფიცირებული მეთოდიკა. პირველად შემუშავებულია პრინციპულად ახალი მიდგომა, კერძოდ შესრულებულია მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევისას მაქსიმალური კონცენტრაციების ველის დადგენა, ორგანიზებული და არაორგანიზებული გაფრქვევის შემთხვევაში.

3. პირველად წარმოდგენილია რეგულირების, ეკოლოგიური მენეჯმენტის და მონიტორინგის, უსაფრთხოებისა და რისკების ანალიზი ბუნებრივი გაზის სექტორში, კერძოდ მიღებულია გაზომომარაგების ობიექტის მონიტორინგის გადაწყვეტილებების დანერგვის და განხორციელების სქემა, სოციალურ-ეკოლოგიური ფაქტორების გათვალისწინებით

4. შექმნილია გაზომომარაგების ობიექტების ეკოლოგიური რისკ-ფაქტორების თვისობრივი მოდელის შეფასება. შესრულდა გაზომომარაგების ობიექტების ეკოლოგიური რისკ-ფაქტორის თვისობრივი მოდელის შეფასების ამოცანა.

5. შესწავლილია შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა: საკომპრესორო სადგურის საფრთხის ანალიზის თვისობრივი მეთოდი; მაგისტრალური გაზსადენების “მტყუნების და ხდომილებების ხეს” მეთოდები და საკომპრესორო სადგურისათვის “მტყუნებების ხეს” მეთოდი;

6. განსხვავებით არსებული მეთოდებისაგან, ჩატარებულია უბედური შემთხვევების სტატისტიკური განაწილება მძიმე კუდებით, მიღებულია ცხადი ანალიზური გამოსახულება, რაც იძლევა პრაქტიკულ და ზუსტ შედეგს.

7. განსხვავებით არსებული მეთოდებისაგან, შესწავლილია გაზგამანაწილების ქსელის ტექნოლოგიური ნორმატიული დანაკარგის დადგენა და სხვადასხვა წნევის ქსელების ჯამური დანაკარგის გადანაწილების ანალიზური გამოსახულებები.

8. ნატურულმა და ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა ცხადყო საქართველოს გაზგამანაწილებელი მეურნეობების საიმედოობის მაჩვენებლები, კერძოდ მტყუნების საფრთხეების და აღდგენების ინტენსივობების ინტეგრალური მახასიათებლების დადგენა, რომლებიც ქმნიან საორინტაციო საინფორმაციო ბაზას.

9. ნაშრომში შემუშავებულია რეკომენდაციები და კონკრეტული წინადადები საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების ეროვნული კომისიისათვის და სხვა ორგანიზაციებისათვის. კვლევების შედეგების პრაქტიკაში დანერგვა საშუალებას იძლევა შემუშავებული იქნას მეცნიერულად დასაბუთებული გეგმა სემეკისათვის და სხვა ორგანიზაციებისათვის. კვლევების შედეგები გადაეცა საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელ ეროვნულ კომისიას და მის მიერ მიღებულია დადგენილება 26, 2010 წლის 18 ნოემბერი, ქ. ქუთაისი. ბუნებრივი გაზის გამანაწილებელ ქსელში ნორმატიული დანაკარგის ოდენობის გაანგარიშების წესის” დამტკიცების შესახებ (საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე III, 24.11.2010 153 მუხ. 2182).

აპრობაცია: სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი საკითხები მოხსენების სახით გაშუქდა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე და თემატურ სემინარზე.

საერთაშორისო კონფერენცია:

1. ნამგალაძე დ., ქავთარაძე ი. О принятии и оптимизации решений внедрения энергообъектов с учетом социально-экологических факторов. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია “ენერგეტიკა: რეგიონული

პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები”. საქართველო, ქუთაისი: 21-22 მაისი 2010 წელი

2. ქავთარაძე ი. Экологический риск-фактор магистрального газопровода и качественная модель его оценки. საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია“ ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები”. საქართველო, ქუთაისი: 21-22 მაისი 2010 წელი

თემატური სემინარები:

I სემინარი: საქართველოში ბუნებრივი გაზის სექტორის მიმოხილვა, გაზგამანაწილებელი მეურნეობებისთვის ნორმატიული დანაკარგების მეთოდოლოგიის შემუშავება რეგულირების თვალსაზრისით და რისკების ანალიზი.

II სემინარი: ბუნებრივი გაზის გაჟონვების მეთოდოლოგიის დადგენა ნატურული მონაცემების მიხედვით საქართველოს გაზმომარაგების ობიექტების მაგალითზე.

გამოქვეყნებული პუბლიკაციები:

1. ნამგალაძე დ., ქავთარაძე ი., ლომიძე ი. ბუნებრივი გაზის გამანაწილებელ ქსელში ტექნიკური დანაკარგის წნევების მიხედვით გადანაწილების მეთოდი. ენერგია. 1 (53), თბილისი: 2010.

2. ქავთარაძე ი. საიმედოობის მაჩვენებლების განსაზღვრა გაზგამანაწილებელი მეურნეობების ნატურული მონაცემების მიხედვით. “ინტელექტი”. თბილისი: 2011, 3 (41). გვ. 102-105.

3. ნამგალაძე დ., ქავთარაძე ი., Модифицированный метод оценки экологической ситуации при выбросе метана из магистрального газопровода. Georgian Engineering News. #4. თბილისი: 2009.

4. Namgaladze D., Kavtaradze I. The qualitative model of assessing the ecological risk factor of a gas-main and some aspects of its reliability. Energetika. T. 57. # 1. Lithuania, Kaunas: 2011.