



შრომათა კრებული., ახალი სერია № 5 (84) „გეოგრაფიის თანამედროვე პრობლემები“. - მიძღვნილი ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის დაარსების 80 წლისთავისადმი., თბილისი. 2013

წყალტუბოს (ყუმისთავის) მღვიმის ბუნებრივი კლიმატის შენარჩუნების აუცილებლობა მისი ექსპლუატაციის პირობებში

ო. ლანჩავა, * კ. წიქარიშვილი**

**გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი*

***ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტი*

როგორც საზღვარგარეთის რიგი ქვეყნების (აშშ, საფრანგეთი, ბელგია, სლოვენია, ესპანეთი და სხვ.) გამოცდილება გვიჩვენებს, კეთილმოწყობილი მღვიმეების კლიმატური რეჟიმი წლიდან წლამდე მნიშვნელოვან ცვლილებას განიცდის: ირღვევა წლობით დამყარებული ბუნებრივი განიავების პროცესი, იზრდება ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა, მცირდება ფარდობითი ტენიანობა, უარესდება ჰაერის აირული შედგენილობა. ამის დასტურია ჩვენს მიერ (ტატაშიძე, ...1992) წლების განმავლობაში ზოგიერთ კეთილმოწყობილ მღვიმეში წარმოებული სპელეოკლიმატური, გეოდინამიკური, ატმოსფეროს ელექტრობის ზოგიერთი ელემენტის, აეროზოლებისა და ჰაერის აირული შედგენილობის კვლევის შედეგები.

1. მღვიმის კლიმატური პარამეტრები მის კეთილმოწყობამდე

ჰაერის მოძრაობა. მღვიმეში ჰაერის ნაკადის წარმოშობის ძირითადი მიზეზი ზედაპირულ და მიწისქვეშა ჰაერის სიმკვრივეთა შორის სხვაობაა. აღნიშნული სიდიდის გამოსათვლელად ვისარგებლეთ სპელეოკლიმატური დაკვირვებების 24 საათიანი ციკლისა და სეზონური დაკვირვებების მასალებით. აღმოჩნდა, რომ მიწის ქვეშ ჰაერის წნევა 99,575-100,108 კპა ფარგლებში, ხოლო ზედაპირზე, შესაბამის პერიოდში - 98,375-99,750 კპა ფარგლებში მერყეობს. მღვიმეში და ზედაპირზე ჰაერის წნევის საშუალო დღე-ღამური სიდიდე სინქრონულად იცვლება წნევის მინიმუმი 17—19 სთის შუალედში, ხოლო მაქსიმუმი შუადღით აღინიშნება წნევის ცვალებადობის დღეღამური ამპლიტუდა მღვიმეში და ზედაპირზე, უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან (100-160 პა და 170-200 პა შესაბამისად), ხოლო დეკადური - თითქმის თანხვედრილია (500-700 პა).

აღსანიშნავია, რომ მღვიმის ჰაერის სვეტის $\approx 8,5$ მ სიმაღლეზე ატმოსფერული წნევა 100 პასკალით იცვლება და ბარიული გრადიენტის მეშვეობით შესაძლებელია სარწმუნო შედეგების მიღება.



ჰაერის ტემპერატურა. მღვიმის ძირითადი დერეფნის გასწვრივ ჰაერის ტემპერატურა არათანაბრად არის განაწილებული. საწყისი მონაკვეთი და პირველი დარბაზი თითქმის იზოლირებულია დანარჩენი მღვიმისაგან. აქ შესამჩნევია ტემპერატურის დღელამური და სეზონური ცვალებადობა, რომლის ამპლიტუდა შესაბამისად შეადგენს $1,5^{\circ}\text{C}$ და $4,5^{\circ}\text{C}$ -ს.

მღვიმის დანარჩენი ნაწილი იმ მონაკვეთამდე, სადაც მიწისქვეშა ნაკადი გაედინება და სიფონურ ტბებს აჩენს, სუსტად ნიავედება, რის გამოც ჰაერის ტემპერატურა შედარებით მაღალია ($14,0^{\circ}\text{C}$ - $14,2^{\circ}\text{C}$) და დღელამური ცვალებადობა არ შეინიშნება ტემპერატურის სეზონური ცვალებადობა კი ამ მონაკვეთზე (სიგრძე ≈ 650 მ), შესამჩნევია და ამპლიტუდა უახლოვდება $0,40^{\circ}\text{C}$. მიწისქვეშა ნაკადის სათავესთან ჰაერის ტემპერატურა ეცემა $13,6^{\circ}\text{C}$ -მდე და სტაბილურობას ინარჩუნებს ≈ 100 მ მანძილზე, შემდეგ მატულობს და ტრასის მთელ სიგრძეზე 14°C ფარგლებში რჩება. როგორც ეტყობა, აქ ტემპერატურის ფორმირებაზე გავლენას ახდენს მიწისქვეშა ნაკადი, რომელიც საექსკურსიო ტრასის ბოლომდე გაედინება.

წყლის ტემპერატურა ყველა სეზონში პრაქტიკულად მუდმივია და შეადგენს 12°C დებიტი ცვალებადია - 60 ლ/წმ (აგვისტო) და 800 ლ/წმ (აპრილი).

ჰიფსომეტრულად მაღლა განლაგებული დარბაზები („წყალტუბო“, „ქუთაისი“) გამონაკლისად შეიძლება ჩაითვალოს. აქ ყველაზე მაღალი ტემპერატურა ახასიათებს ჰაერს ($\approx 14,8^{\circ}\text{C}$), რომელიც სეზონურ ცვალებადობას პრაქტიკულად არ განიცდის.

სუსტი ჰაერცვლის დამადასტურებელია ის ფაქტორიც, რომ ჰაერის ტემპერატურა ცალკეულ დარბაზებში თითქმის ავტონომიურია, ასიმპტომურად უახლოვდება გარემომცველ ქანთა მასივის ტემპერატურას და არ განიცდის სეზონურ ცვალებადობას.

უნდა დავასკვნათ, რომ წყალტუბოს მღვიმის ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში აუცილებელია ჰაერის ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის ბუნებრივი ფონის შენარჩუნება (Jishkariani, ..., 2010).

2. მღვიმის კლიმატური პარამეტრები კეთილმოწყობის შემდეგ ჰაერის ტემპერატურა პრაქტიკულად არ შეცვლილა კეთილმოწყობის სამუშაოების ჩატარების შედეგად, ჰაერის ხარჯი $\approx 12-15\%$ -ით არის გაზრდილი, ფარდობითი ტენიანობა კი შემცირდა $\approx 12-15\%$ -ით. ჰაერის ხარჯი თვეების მიხედვით და მღვიმეში დასაშვებ ექსკურსანტთა რიცხვი მოცემულია ცხრილში.



№	თვეები	ჰაერის ხარჯი, მ ³ /წთ	ექსკურსანტთა ოპტიმალური რიცხვი	ექსკურსანტთა მაქსიმალური რიცხვი
1	იანვარი	57,5	7068	10780
2	თებერვალი	55,2	6216	9240
3	მარტი	46,0	5580	8556
4	აპრილი	23,0	2700	4278
5	მაისი	39,1	4500	7020
6	ივნისი	49,5	5760	9000
7	ივლისი	57,0	6882	10230
8	აგვისტო	58,3	7068	10788
9	სექტემბერი	48,3	5760	9000
10	ოქტომბერი	25,3	2976	4650
11	ნოემბერი	32,2	3780	5760
12	დეკემბერი	50,6	6138	9486

ჰაერის შედგენილობის კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ იგი არ შეიცავს წვად და ტოქსიკურ აირებს: CH_4 , H_2S , SO_2 , ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის შემცველობა არის ნორმის ფარგლებში.

3. მღვიმის საექსპლუატაციო ვითარება. გაანგარიშებებმა ცხადყო, რომ ცხრილის მონაცემების შესაბამისად, მღვიმის 8 საათიანი რეჟიმის დასასრულისათვის, ჰაერის ტემპერატურა 4,5-5,0°C-ით იქნება მომატებული ტრასის მთელ სიგრძეზე. ეს ნამატი დღე-ღამის დანარჩენ პერიოდში მოიხსნება და დარჩება მხოლოდ ტემპერატურის ფონური ნაზარდი, რომელიც თვის განმავლობაში 0,2—0,40C დიაპაზონში შეიცვლება. ხანგრძლივი ექსპლუატაციის შემდეგ მღვიმის ტემპერატურული რეჟიმი არსებითად შეიცვლება, რადგან ბუნება აღნიშნულ ფონს დახმარების გარეშე ვერ გაანეიტრალებს.

მღვიმეში უკვე დარღვეულია ტენიანობის ბუნებრივი ფონი, რაც გამოიწვია წყალსადანარი გვირაბის აგებამ. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა არ შეიცვლება არსებითად, მაგრამ მიწისქვეშა სიღრუის საერთო გამოშრობა და წყლის დონის დაწევა შეუქცევადი პროცესი გახდება. ზემოაღნიშნულიდან ცხადია, რომ ცხრილის მონაცემების მიხედვით მღვიმის ექსპლუატაცია გამოიწვევს სპელეოკლიმატური რეჟიმის ცვლილებას და აუცილებელი გახდება აღნიშნული რეჟიმის ხელოვნური რეგულირება.

აღსანიშნავია, რომ ბუნებრივი სპელეოკლიმატური პარამეტრების შენარჩუნებას ხელს ვერ შეუწყობს ცხრილით განსაზღვრული ექსკურსანტების ვერც მაქსიმალური და ვერც ოპტიმალური რიცხვი, რადგან მათი გაანგარიშება შესრულებულია ადამიანის სუნთქვისათვის საკმარისი ჰაერცვლის უზრუნველყოფიდან გამომდინარე. როგორც ცნობილია, ადამიანი ჰაერში არსებული ჟანგბადის 1/5 ნაწილს ითვისებს, სამაგიეროდ 17% ჟანგბადს და 4% ნარშირორჟანგს გამოჰყოფს (უმაკოვი და სხვ., 1978). ე.ი. საშუალოდ 20 კაციანი ჯგუფი მღვიმის ჰაერში ნარშირორჟანგის შემცველობას 0,3-0,4 მგ/ლ-ით ზრდის.



სინამდვილეში ერთდროულად დასაშვებ ექსკურსანტთა რიცხვის განსაზღვრის დროს ამოსავალი უნდა იყოს სპელეოკლიმატური რეჟიმის დაცვა. ასეთ შემთხვევაში აპრილის თვეში მღვიმე საერთოდ უნდა დაიკეტოს ექსკურსანტებისათვის, ხოლო დანარჩენ თვეებში ცხრილში მონაცემები საშუალოდ 8-ჯერ უნდა შემცირდეს.

4. ღონისძიება მღვიმის სპელეოკლიმატური რეჟიმის შესანარჩუნებლად

როგორც ადვილი მისახვედრია, სპელეოკლიმატური რეჟიმის შესანარჩუნებლად საჭიროა ჰაერის მოძრაობის ბუნებრივი რეჟიმის შენარჩუნება სეზონების მიხედვით, ჰაერის ტემპერატურის ნამატისა და ფარდობითი ტენიანობის დეფიციტის ლიკვიდაცია, გარემომცველი სამთო მასივის ტემპერატურისა და ტენშემცველობის ბუნებრივი ფონის დაცვა.

აღნიშნული პარამეტრების დასაცავად რეკომენდაციას ვაძლევთ მიწისქვეშა ნაკადულის წყლის საშუალებით ჰაერის კონდიცირებას, რის შედეგადაც ჰაერის ტემპერატურა შემცირდება და ფარდობითი ტენიანობა მოიმატებს, რაც ხელს შეუწყობს გარემომცველი მასივის ბუნებრივი მითითებული ფონის შენარჩუნებას. ნაკადულის წყალი უნდა მიეწოდოს დასათვალისწინებელი მოედნების მოაჯირების სიღრმეში 2-3 ატმოსფერო წნევით ტუმბოების მეშვეობით. წყლის გაფრქვევა ჰაერში მოხდება მას შემდეგ, რაც დამთვალისწინებელთა ჯგუფი დატოვებს მოცემულ მოედანს. წინასწარ განსაზღვრული დროის შუალედის შემდეგ ფრქვევანები ავტომატურად უნდა გამოირთოს. ამასთან ერთად, ლუწნომრიანი ფრქვევანები ჰაერის მოძრაობის მიმართულებით დახრილი იქნება 30°-იანი კუთხით, ხოლო კენტნომრიანი - იმავე კუთხით საპირისპირო მიმართულებით. ასეთ შემთხვევაში გაფრქვეული წყლის მიერ აღძრული დეპრესია დაკომპენსირდება და ჰაერის მოძრაობის რეჟიმს არ შეცვლის.

კონდიცირებისათვის საჭირო წყლის ხარჯი არ აღემატება 2,8-3,0 ლ/წმ, რაც გავლენას ვერ მოახდენს კარსტული ნაკადულის რეჟიმზე, რადგან უარეს შემთხვევაში აღებული წყალი ნაკადულის დებიტის 5% არ აღემატება წყალმარჩხოების პერიოდში. ამასთან ერთად, ისიც გასათვალისწინებელია, რომ ნამუშევარი წყლის დიდი ნაწილი თვითდინებით ისევ ნაკადულს უბრუნდება. კარსტული ნაკადულის ტემპერატურის ცვალებადობა ამ ღონისძიების შედეგად, გაზომვის ცდომილებაზე ნაკლებია, რადგან წყლის კუთრი თბოტევადობა 4-ჯერ აღემატება ჰაერისას, ხოლო მასური დებიტი ყველაზე უარეს შემთხვევაში (აგვისტო) მინიმუმ 70-ჯერ აჭარბებს ჰაერის ხარჯს (60 ლ/წმ და 0,7 მ³/წმ) აღნიშნულის გამო მღვიმის ჰაერის 5 გრადუსიანი ტემპერატურული ნამატის მოხსნით წყლის ტემპერატურა მხოლოდ 0,02°C -ით შეიცვლება.

ამგვარად, წყალტუბოს მღვიმის ბუნებრივი სპელეოკლიმატური რეჟიმის შენარჩუნება შესაძლებელია მღვიმეში გამდინარე ნაკადის წყლის მეშვეობით,



ბოლო კონდიციონების განხილული პრინციპი მეტად უსაფრთხო და ეფექტური იქნება.

NECESSITY OF PRESERVATION OF THE NATURAL CLIMATE OF TSKHALTUBO (KUMISTAVI) CAVE DURING ITS OPERATION

*Lanchava O. * Tsikarishvili K. ***

**Grigol Tsulukidze Mining Institute*

***Vakhushti Bagrationi Institute of Geography*

Summary

To preserve the natural climate regime in the Tskhaltubo Cave Systems it is necessary to carry out the permanent seasonal meteorological observations on the climatic parameters in the underground area. Which will ensure the optimum operation of the cave system. By means of mentioned conditions will be to the conservation and this facility. For preservation of the natural regime of air circulation and for preservation of the optimum climate parameters, we consider it is necessary to introduce the following restrictions: during the cold period, the number of visitors should not exceed 7,000 person/season, and. in summer and spring — 2000-2700 person relatively. It is necessary to establish a special research laboratory. During the operation of the cave, the following activities should be carried out systematically: monitoring the inside environment microclimate: obtaining data on ionization and radioactivity of the air. on gas and bacteriological compositions of the air. on changes in the levels of underground waters according to diurnal and seasonal cycles and the attention should be paid to the prevention of pollution.

НЕОБХОДИМОСТЬ СОХРАНЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО КЛИМАТА ЦХАЛТУБСКОЙ (КУМИСТАВСКОЙ) ПЕЩЕРЫ ПРИ ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Ланчава О * Цикаришвили К. ***

**Горный Институт им. Г Цулукидзе*

***Институт географии им. Вахушти Багратиони*

Резюме

Для сохранения естественного климатического режима Цхалтубской карстовой пещеры необходимо постоянные сезонные наблюдения за изменением



климатических параметров подземного пространства. Отмеченным будут выявлены условия, обеспечивающие сохранение и оптимальное функционирование этого объекта; для сохранения природного режима циркуляции воздуха и его оптимальных климатических параметров необходимо применение следующих ограничений: в холодное время года, количество посетителей не должно превышать 7000 человек/сезон а весной и летом - 2000-2700 чел/сезон; необходимо создание специального научного стационара. За период эксплуатации пещеры систематически должны проводиться следующие мероприятия: - исследование состояния микроклимата пещеры и ее окрестностей; - научный анализ информации относительно радиоактивного фона и ионизации воздуха в пещерном комплексе; - исследование газового и бактериологического режима воздуха в подземном пространстве; - изучение сезонного изменения уровня подземной речки а также исследование состава подземных вод.

ლიტერატურა References

ტატაშიძე ზ., ყიფიანი შ., ჯიშკარიანი ჯ., წიქარიშვილი კ. (1992). ახალი ათონის მღვიმის აღმოჩენის 30-ე წლისთავისა და მისი ექსპლუატაციის საკითხისათვის ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის სამეცნიერო სესია, თბილისი, გვ. 12-14.

Jishkariani J., Tatashidze Z., Tsikarishvili K., Lanchava O. (2010). Main Results of Complex Research into the Tskaltubo Cave System. // Bulletin of the Georgian Academy of Sciences. vol. 4, no. 2, p. 92-95.

Ушаков К. З. И др. (1978). Рудничная аэрология. М., «Недра». 440 с.