

დედამინისპირა ოზონი

ოზონის აირი დედამინის ზედაპირზეც გვხვდება. აქ წარმოქმნილ ოზონს ტროპოსფერულ ოზონად მოიხსენიებენ. თუკი ოზონის შრე სტრატოსფეროში დამცავ ფუნქციას ასრულებს, ტროპოსფერული ოზონი ადამიანის ჯანმრთელობისთვის მავნეა. მისი კონცენტრაციის მატება დედამინის ზედაპირზე ჰაერის დაბინძურებაზე მიუთითებს. ოზონის მატებამ შეიძლება გამოიწვიოს რესპირატორული დაავადებების (ასთმა, ბრონქიტი, ა.შ.) გამწვავება, სასუნთქი გზების ანთება და გაღიზიანება, გულსისხლძარღვთა სისტემის დაზიანება, სუნთქვის გართულება და ფილტვის ფუნქციების შესუსტება. ტროპოსფერული ოზონი წარმოიქმნება მზის სხივების, ტრანსპორტიდან და ზოგიერთი საწარმოდან გაფრქვეული აქროლადი ორგანული ნივთიერებების და აზოტის ოქსიდის ურთიერთქმედების შედეგად. ტროპოსფერული ოზონით დაბინძურება განსაკუთრებით პრობლემურია დიდ ქალაქებში. ტროპოსფერულ ოზონს ხშირად „ცუდ ოზონად“ მოიხსენიებენ.

კრიტერიუმი II - რა მსგავსება - განსხვავებაა ელემენტ ჟანგბადის ალოტროპიულ სახეცვლილებებს (ჟანგბადსა და ოზონს) შორის?

მ როგორია ჰაერის შემადგენელი კომპონენტების მასური და მოცულობითი წილი? მ რომელია ჰაერის შედგენილობაში შემავალი ნივთიერებებიდან მუდმივი, ცვლადი და შემთხვევითი კომპონენტები? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

მ როგორ გამოიყენებთ სხვადასხვა გრაფიკულ მათემატიკას ჰაერის შემადგენელი მუდმივი, ცვლადი და შემთხვევითი კომპონენტების საჩვენებლად? მ რას ეწოდება ალოტროპია?

მ როგორია ჟანგბადის ალოტროპიული სახეცვლილების გავრცელებისა და გამოყენების არეალი ჩვენ გარშემო?

განვიხილოთ, რას წარმოადგენს ჰაერი. ეს არის აირთა ბუნებრივი ნარევი, რომელიც დედამინის ატმოსფერულ შრეს წარმოქმნის. ჰაერი აუცილებელია დედამინის ზედაპირზე მცხოვრები ცოცხალი ორგანიზმების არსებობისათვის, რამდენადაც ჰაერში არსებულ ჟანგბადს ისინი სუნთქვის პროცესში იყენებენ. ჰაერი ატმოსფეროში არათანაბრადაა განაწილებული, თუმცა მისი კომპონენტების თანაფარდობა ყველგან ერთნაირია. რაც უფრო ზევით ავდივართ, ჰაერი მით უფრო გაუხშობებულია (მისი სიმკვრივე შემცირებულია). ამიტომ, რომ მაღალმთიან რეგიონებში უფრო გაძნელებულია სუნთქვა. ალპინისტები ძალიან მაღალ მთებზე ასვლისას ჟანგბადის ბალონებს იყენებენ

ჰაერში არსებული ჟანგბადი და ოზონი ერთმანეთის ალოტროპიული სახესხვაობებია. ალოტროპია არის ქიმიური ელემენტის უნარი, წარმოქმნას რამდენიმე მარტივი ნივთიერება, ხოლო ერთი და იგივე ელემენტისაგან წარმოქმნილ სხვადასხვა მარტივ ნივთიერებას ალოტროპებს უწოდებენ.

ალოტროპიის უნარით ხასითდება ნახშირბადი, გოგირდი, ფოსფორი, ჟანგბადი და სხვ. მაგ: ელემენტი ნახშირბადი რამდენიმე მარტივ ნივთიერებას წარმოქმნის, მათ შორისაა საყოველთაოდ ცნობილი ორი ნივთიერება - ალმასი და გრაფიტი. ალმასი ძალიან მტკიცეა და ნებისმიერ მინერალს კანწავს. იგი განსაკუთრებული ოპტიკური თვისებებით გამოირჩევა, ამიტომ ბრწყინავს და მისი დამუშავებით ძვირფასი ქვა - ბრილიანტი მიიღება. ალმასისგან ასევე ამზადებენ მინის საჭრელ იარაღს, ბურღებს და სხვ. გრაფიტი გაუმჭვირვალე, მონაცრისფრო შავი, ძალიან რბილი მინერალია, რომელსაც ელექტროგამტარობა ახასიათებს. მისგან მზადდება ფანქრის გულები, ელექტროდები და სხვ.

რა თვისებებით განსხვავდებიან ერთმანეთისგან ჟანგბადი და ოზონი?

მარტივი ნივთიერება ჟანგბადი, ნორმალურ პირობებში უფერო, უგემო და უსუნო აირია, რომლის მოლეკულაც შედგება ჟანგბადის ორი ატომისაგან (ფორმულა O₂). თხევადი ჟანგბადი არის ღია ცისფერი შეფერილობის, ხოლო გამყარებული ჟანგბადი წარმოადგენს ღია ლურჯი ფერის კრისტალებს. სამყაროში მასის მიხედვით ყველაზე გავრცელებული ელემენტია წყალბადისა და ჰელიუმის შემდეგ, ხოლო დედამიწის ქერქში ყველაზე გავრცელებულია მასის მიხედვით. საინტერესოა, როგორ წარმოიქმნება ოზონი სტრატოსფეროში. ეს მაშინ ხდება, რომ მზის მაღალენერგიული ფოტონები, ანუ სინათლის ნაწილაკები ჟანგბადის მოლეკულების ქიმიურ ბმას არღვევს. ამ პროცესის შედეგად, ჟანგბადის ცალკეული ატომები გამოიყოფა და იმავე ელემენტის ხელუხლებელ მოლეკულებს უერთდება. ასეთი რეაქციების მეშვეობით O₃-ს ვიღებთ, რომელიც ჩვენი პლანეტის ბიოსფეროს ფარივით აკრავს გარს

O₂ + O ⇌ O₃

ჟანგბადის ალოტროპი - ოზონი, ნორმალურ პირობებში ცისფერი ფერის აირია სპეციფიკური სუნით, O₃). ოზონის ფენა იცავს ბიოსფეროს ულტრაიისფერი რადიაციისაგან. ძალიან მაღალ სიმაღლეზე ჟანგბადი მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა ატომური სახით და იგი იწვევს საფრენი საშუალებების ეროზიას. თუმცა, ოზონის გარდა სტრატოსფეროში აზოტისა და წყალბადის შემცველ აირებსაც ვხვდებით, რომლებიც მას შლის და ისევ ჟანგბადად აქცევს. ამის მიუხედავად, წარმოქმნასა და განადგურებას შორის ბუნებრივი ბალანსი არსებობს, რომელიც ოზონის მუდმივი კონცენტრაციის შენარჩუნებას უწყობს ხელს. 1980-იან წლებში მეცნიერებმა ანტარქტიდის თავზე ოზონის ფენის შეთხელება შენიშნეს. ასეთი ადგილი ანტარქტიდის თავზეა, რამდენადაც აქ არსებული განსაკუთრებული მეტეოროლოგიური პირობები და გეოგრაფიული მდებარეობა ხელს უწყობს ოზონდამბლელი ნივთიერებებსა და ოზონს შორის ქიმიურ რეაქციას, რაც იწვევს ოზონის დაშლას და შრის შეთხელებას. ეს პროცესი განსაკუთრებით აქტიურდება აგვისტო-ოქტომბერში.

კრიტერიუმი III - რა ფაქტორები განაპირობებენ ოზონის შრის შეთხელებას ანტარქტიდის თავზე?

ü რა ანთროპოგენული ფაქტორები განაპირობებს ოზონის წარმოქმნა-დაშლის პროცესის რღვევას?

ü რა ბუნებრივი ფაქტორები განაპირობებს ოზონის წარმოქმნა-დაშლის პროცესის რღვევას?

ü რატომ ხდება ოზონის შრის დაზიანება პოლუსებთან?

ü რა როლი აქვს ანტარქტიდის პოლარულ გრიგალს ოზონის ხვრელის წარმოქმნაში? ü ფართოვდება თუ არა ოზონის ხვრელის არე და რა აკეთებენ ქვეყნები მოსახლეობის დასაცავად

ოზონის ხვრელი ტერმინია, რომელიც პირდაპირი მნიშვნელობით არ უნდა გავიგოთ. ტერმინი გამოიყენება იმ ადგილის აღსანიშნავად, სადაც ოზონის ფენა შეთხელებულია. ეს ის უბნებია, სადაც ხდება ოზონის წარმოქმნა-დაშლის პროცესის ბალანსის რღვევა, მცირდება ოზონის კონცენტრაცია, რაც ოზონის შრის შეთხელებას იწვევს. ოზონის შრის რღვევას „ოზონის ხვრელის“ წარმოქმნა მოყვება. ხვრელის წარმოქმნა დაკავშირებულია ადამიანის ისეთ საქმიანობებთან როგორიც არის: კოსმოსური რაკეტების გაშვება, დედამიწის ზედაპირიდან 12-15 კმ სიმაღლეზე მფრინავი თვითფრინავების გამოტყორცნილი ორთქლი, ბირთვული იარაღის გამოცდა, პლანეტაზე ტყის სავარგულების შემცირება, აზოტის ოქსიდები, რომელსაც თვითრინავებიც გამოტყორცნიან და დიდი რაოდენობით ატმოსფეროში ნიადაგის ზედაპირიდან ხვდება, ასევე ოზონის შრის სისქის შემცირებას ატმოსფეროში ტემპერატურის ცვალებადობაც იწვევს, თუმცა არ უნდა დაგვავნიყდეს, რომ ბუნებრივი ფაქტორებიც ვულკანების ამოფრქვევა, ოკენები, რომლებიც დიდი რაოდენობით ქლორს

გამოყოფენ, რომელსაც შეუძლია ოზონი დაშალონ. ოზონის დაშლის რეაქციებში მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვთ ჯაჭვურ პროცესებს მრავალი რადიკალის მონაწილეობით რომელთა წინამორბედებს წარმოადგენენ როგორც ბუნებრივი კომპონენტები, ისე ატმოსფეროს ანთროპოგენური დამაბინძურებელი ნივთიერებები.

ბუნებრივი წყაროებიდან მომავალი ქლორი (ვულკანები, ოკეანეები და ა.შ.) ადვილად იხსნება წყალში და ატმოსფეროდან წვიმის საშუალებით გამოირეცხება. ამის საპირისპიროდ, ქვენ-ები არ იშლება ატმოსფეროს ქვედა ფენებში და არ იხსნება წყალში. NASA-ს მონაცემები აჩვენებს, რომ, 1985 წლიდან, სტრატოსფეროში ქლორის მატება გასაოცარი სიზუსტით ემთხვევა ადამიანის საქმიანობით გამოწვეული ქვენ-ების და ოზონის ფენის გამათხელებელი სხვა ნივთიერებების გამოყოფილ რაოდენობას. ამიტომ, არგუმენტი იმის შესახებ, რომ ქლორის მატება შესაძლოა ბუნებრივი პროცესის შედეგი იყოს, 80-იანების შუაშიც კი აღარ განიხილებოდა სერიოზულად. ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად და გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან იწყება მაცივრებისა და აეროზოლების წარმოების მსოფლიო „ბუმი“. ამ დანადგარების გამართული მუშაობისათვის კი სპეციალური ნივთიერებები – ქლორ-ფტორ-ნახშირწყალბადები (ე. წ. ქვენ) იყო საჭირო. მზარდი მოთხოვნის საფუძველზე, ქვენ-ების წარმოებამაც არ დაახანა და წარმოიდგინეთ, 30-იანი წლებიდან წარმოებული მაცივრების (სახლისა თუ ინდუსტრიისთვის საჭირო), აეროზოლებისა თუ ქიმიური წმენდის დანადგარების და მათთვის საჭირო ქვენ-ების რაოდენობა რამდენად წარმოუდგენელი ციფრი შეიძლება იყოს. ოზონს, ჟანგბადისგან განსხვავებით, აქვს ერთი თვისება – ის ძალიან არამდგრადია და მალე იშლება. ქვენ-ებს კი აღმოაჩნდათ ოზონის სწრაფი დაშლის უნარი. ამიტომ, ქვენ-ებს, ასევე ოზონის დამშლელ ქიმიურ ნივთიერებებსაც (Ozone Depleting Substances, ODSs) უწოდებენ. ამ კოლოსალური რაოდენობის ODS-ებმა კი 30-იანი წლებიდან დაიწყეს სტრატოსფეროში კონცენტრირება. სწორედ იქ, სადაც ოზონის შრეა! და დაიწყო ჩვენი დამცავი ფენის აგრესიული დაშლის პროცესი. აქ მნიშვნელოვანი ისაა, რომ ODS-ებმა ოზონის შრე ბუნებრივი დამლა-მეცვლების დინამიკური წონასწორობიდან გამოიყვანეს, რადგან შლიდნენ (და შლიან) უფრო მეტ ოზონს, ვიდრე ბუნება მას წარმოქმნის ატმოსფეროში. როგორ მიაღწიეს ODS-ებმა სტრატოსფეროს და რატომ დაზიანდა ოზონის შრე ყველაზე მეტად მაინცდამაინც პოლუსების თავზე და არა ყველგან? ასეთი ადგილი ანტარქტიდის თავზეა, რამდენადაც აქ არსებული განსაკუთრებული მეტეოროლოგიური პირობები და გეოგრაფიული მდებარეობა ხელს უწყობს ოზონდამშლელი ნივთიერებებსა (Ozone Depleting Substances, ODSs ოდნ-ებს) და ოზონს შორის ქიმიურ რეაქციას, რაც იწვევს ოზონის დაშლას და შრის შეთხელებას. ეს პროცესი განსაკუთრებით აქტიურდება აგვისტო-ოქტომბერში. დიდი ბრიტანეთის ანტარქტიკის მართვის პროგრამის ჩარჩოებში შეგროვებული მონაცემების ანალიზმა აჩვენა, რომ ოზონის უმცირესი კონცენტრაციის მნიშვნელობა, ჩვეულებრივ შემჩნეული სტრატოსფეროში ანტარქტიკის თავზე ოქტომბრის შუა რიცხვებში, 1975 წლიდან 1984 წლამდე პერიოდში 40%-ით შემცირდა. 1987 წლის გაზაფხულზეც შეიმჩნეოდა ოზონის შემცველობის შემცირება. ოზონის ხერელები არა მარტო ანტარქტიკის თავზე წარმოიქმნება, ზამთარში ისინი მუდმივად არსებობენ ევროპის დიდი ნაწილის – აღმოსავლეთ ციმბირის თავზე. მნიშვნელოვანი წვლილი ოზონის საერთო შემცველობის ცვლილებების ფორმირებაში ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ბუნებრივ გეოფიზიკურ პროცესებს შეაქვთ. ოზონის საერთო შემცველობის ანომალიურად დაბალი მნიშვნელობები 1992-1993 წწ.-ში გამოწვეული იყო 1991 წელს ფილიპინებზე ვულკან პინატუბოს მძლავრი ამოფრქვევით. თანამედროვე გამოკვლევები აჩვენებს, რომ ვულკანების ამოფრქვევას ახლავს ფტორშემცველი ნივთიერებების მნიშვნელოვანი ამონატყორცნი. ადრე მიიჩნეოდა, რომ ამგვარი ნივთიერებები შეიძლება ყოფილიყო მხოლოდ ანთროპოგენური წარმოშობის. გეოლოგები მიუთითებენ ოზონის შრეზე მოქმედების კიდევ ერთი შესაძლო ბუნებრივი მექანიზმის შესახებ. დედამიწის ბირთვში გახსნილია წყალბადის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რომელიც ხვდება

ატმოსფეროში. ატმოსფეროში წყალბადი მოქმედებს ოზონთან და შლის მას. ოზონის დაშლას იწვევს ასევე ატმოსფეროში წყალბადთან ერთად მოხვედრილი მეთანი.

„ოზონის ხვრელების“ არემ უკვე მიაღწია ავსტრალიისა და ჩილეს ტერიტორიებს. ამ ქვეყნების მთავრობა და მოსახლეობა იძულებული იყო შესაძლო შედეგებთან საბრძოლველად საგანგებო ღონისძიებებისათვის მიემართა. მაგალითად, დამატებითი დასახივების თავიდან ასაცილებლად, ულტრაიისფერი სხივებისაგან დასაცავად, რომლებსაც ოზონის შემცირებისას შეეძლოთ დედამიწის ზედაპირამდე მოედინათ, ავსტრალიაში ბავშვებს დახურულ საბანაო კოსტიუმებს აცმევდნენ, ხოლო ჩილეში გამოჩნდა სპეციალური რეკომენდაციები, თუ როგორ უნდა მოქცეულიყო მოსახლეობა დღის საათებში გარეთ, ღია ჰაერზე გასვლისას. თანდათანობით დადგინდა ამ მოვლენის ზოგიერთი კანონზომიერება. პრაქტიკულად დადასტურდა წლების წინ გამოთქმული ჰიპოთეზა, რომ სამხრეთ ნახევარსფეროში სექტემბერსა და ოქტომბერში – გაზაფხულის პირველ თვეებში, როცა მზე ხანგრძლივი პოლარული ზამთრის შემდეგ ჰორიზონტზე ჩნდება, უამრავი ფოტოქიმიური რეაქციის ინიცირებას ახდენს ოზონის მოლეკულებსა და სტრატოსფეროში მოხვედრილი ბუნებრივი და ანთროპოგენური წარმოშობის ორგანული ნაერთებიდან გამოყოფილი ქლორისა და ბრომის ატომებს შორის.

რატომ ანტარქტიდაზე? ანტარქტიდა ყველაზე ცივი ადგილია დედამიწაზე. მის თავზე ტემპერატურა ხშირად – 80 გრადუსამდეც ეცემა. ამავე დროს ანტარქტიდა ყველაზე ქარიანი ადგილია დედამიწაზე. ეს პირობები ქმნის განსაკუთრებულ ატმოსფერულ მოვლენას – მაისსა და ივნისში კონტინენტის თავზე საათის ისრის მიმართულების უძლიერესი ქარები წარმოიქმნება და აყალიბებს უზარმაზარ მოძრავ წრეს, რომელსაც ანტარქტიკის პოლარული გრიგალი ქვია. შეგვძლია ვთქვათ, რომ „ოზონის ხვრელის“ წარმოქმნა კომპლექსურად მიმდინარეობს და მოიცავს როგორც ბუნებრივ მოვლენებს ასევე ანთროპოგენურს. ატმოსფეროში გასული საუკუნის მეორე ნახევარში ქლორფტორნახშირბადების სისტემატურმა მოხვედრამ და ჰაერის მასების მოძრაობის სპეციფიკამ მაღალი განედების ატმოსფეროში ჰაერში ოზონდამშლელი ნივთიერებების კონცენტრაციას შეუწყეს ხელი. პოლარული გრიგალი სხვა ფაქტორებთან ერთად „მტვერსასრუტის“ ეფექტით ითრევს დედამიწის ატმოსფერულ ჰაერს თავისკენ. მის თავზე ხდება დედამიწაზე გამოტყორცნილი ოზონდამშლელი ნივთიერებების მუდმივი გადანაცვლება და გრიგალი თითქოს „ინოვს“ ამ ნივთიერებებს, რომლებიც მასში კონცენტრირდებიან და ოზონის შრეზე აგრესიულ შეტევას იწყებენ, რომელიც წლების განმავლობაში სულ უფრო და უფრო თხელდება. მდგრადი ანტიციკლონი, ე.წ. პოლარული გრიგალი, რომელიც ყოველ ზამთარს ანტარქტიკის თავზე წარმოიქმნება, იწვევს ჰაერით მიმოცვლის დროებით შეწყვეტას სტრატოსფეროს სხვა არეებთან და ოზონის ჩამოედნას ტროპოსფეროში. სტრატოსფეროს ტროპიკულ ან საშუალოგანედურ ზონებში წარმოქმნილი ოზონის მოხვედრა ამ პერიოდში წყდება. მაგრამ ოზონის წარმოშობილი დეფიციტი პოლარული ლამეების პირობებში არ წარმოადგენს საშიშროებას ბიოტისათვის.

ჰაერის ტემპერატურა გრიგალის შიგნით მკვეთრად ეცემა -700 ან -800C-მდე. სტრატოსფეროში ჩნდება მდგრადი აეროზოლური წარმონაქმნები – „ვერცხლისებრი“ ღრუბლები, რომლებიც შედგება ყინულის კრისტალებისა და გადამეტცივებული სითხის წვეთებისაგან. ამ აეროზოლების შემადგენლობაში შედის ქლორის ოქსიდის დიმერი (ClO)₂, ქლოროვანი ნიტროზილი (ClONO₂) და აზოტის სხვა ნაერთები (HNO₃, HNO₂). ზამთრის პერიოდში ეს ნაერთები არ ურთიერთქმედებენ ოზონთან. გაზაფხულზე პოლარული გრიგალი იშლება და ტემპერატურის გაზრდისას ყინულის კრისტალების ზედაპირზე ქიმიური პროცესები იწყებენ მიმდინარეობას. გაზაფხულის დადგომასთან ერთად სტრატოსფეროში ანტარქტიდის თავზე ჩნდება რიგი ოზონდამშლელი ნივთიერებისა და იწყება ოზონის რღვევის ჯაჭვური პროცესები ოზონის ბუნებრივი დეფიციტის ფონზე, რომლის

შემცველობა ვერ ასწრებს აღდგენას პოლარული ღამეების დამთავრების და პოლარული გრიგალის დარღვევის შემდეგ. საინტერესოა შემდეგი ფაქტი, რომ 2010-2011 წლის ზამთარსა და გაზაფხულზე არქტიკაში პირველად შენიშნეს პროცესი, რომელსაც შეიძლება ეწოდოს ოზონის ხვრელის ფორმირება. აპრილის დასაწყისში მსოფლიო მეტეოროლოგიურმა ორგანიზაციამ განაცხადა, რომ ოზონის რაოდენობა ატმოსფეროში, არქტიკულ რეგიონში, რეკორდულ სიდიდემდე – 40%- მდე შემცირდა. მეცნიერთა ჯგუფმა NASA-ს რეაქტიული მოძრაობის ლაბორატორიიდან დაწვრილებით გაანალიზა (2011წ) ოზონის ხვრელის ფორმირების პროცესი და მივიდა დასკვნამდე, რომ ეს შემთხვევა იყო უპრეცედენტო თავისი მასშტაბებით და იმ შემთხვევაში, თუ ზამთარი არქტიკაში იქნება ცოტა უფრო მკაცრი, ოზონის კონცენტრაციის ვარდნა უფრო მკვეთრი იქნება. „ეს ჩვენთან, ჩრდილოეთში, პირველად ხდება. ოზონის რაოდენობის შემცირება არქტიკაში ყოველთვის იყო მნიშვნელოვნად ნაკლებად გამოსახული, ვიდრე ანტარქტიკაში. 1994-1995 წელს იყო 30%-ით ვარდნა, მაგრამ ასეთი აქამდე არასოდეს ყოფილა. ახლა დაცემა იყო 40%-ით, ეს უკვე ედარება ანტარქტიკულს, იქ ოზონის ხვრელი 50-60%, რიგი უკვე ერთნაირია“, – აღნიშნა კვლევის ერთ-ერთმა ავტორმა ვ. დოროხოვმა. 2010-2011 წლის ზამთარში არქტიკაში უჩვეულოდ დიდხანს შენარჩუნდა ცირკუმპოლარული გრიგალი – ძლიერი სტრატოსფერული ჰაერის დინების ზოლები პოლარული ზონის ირგვლივ, თბილ ჰაერს პოლუსისაკენ არ უშვებდნენ. შედეგად გაზაფხულის დასაწყისისათვის ოზონის კონცენტრაცია მკვეთრად დაეცა.

სამწუხაროდ, ოზონის შრემ შეთხელება ჩრდილოეთის და სამხრეთის ზომიერი სარტყლების თავზეც დაიწყო. ზუსტად იქ, სადაც დედამიწის მოსახლეობის დიდი ნაწილი ცხოვრობს. სწორედ ამ დროს დაიწყო სხვადასხვა სახის უარყოფითი გავლენის სტატისტიკა ადამიანებისა და ცხოველების ჯანმრთელობასა და მცენარეების მდგომარეობაზე.