



## **კლიმატის ცვლილება და მწვანე სახურავების ტექნოლოგიის დანერგვა**

**ანი ჯანუყაშვილი**

სტუ მაგისტრანტი

**თენგიზ ჯიშკარიანი**

მეცნიერ ხელმძღვანელი, ტექნიკურ  
მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

### **რეზიუმე**

ბოლო წლებში სულ უფრო და უფრო რთულდება ცხოვრება დიდ ქალაქებში. დაბინძურებული ჰაერი, გამონაბოლქვი სატრანსპორტო, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო სექტორებიდან, ხმაური და მტვერი, ნეგატიურ გავლენას ახდენენ ადამიანის ჯანმრთელობაზე. ეს განსაკუთრებით ეხება ჩვენ დედაქალაქს, სადაც ძირითადი აქცენტი ახალი საცხოვრებელი კორპუსების აშენებაზეა გაკეთებული და შესაბამისად ნაკლებად პრიორიტეტულია ქალაქის ტერიტორიის გამწვანება.

თბილისში არსებული შენობების სახურავების საერთო ფართი ჯამში რამდენიმე ასეულ კვ.მ-ს აღწევს და ეს ფართი სრულიად აუთვისებელია; უახლესი კვლევების მიხედვით, დღეს თბილისის ურბანიზებულ ტერიტორიაზე არსებული საერთო სარგებლობის გამწვანებული პარკებისა და სკვერების ფართობი ერთ სულ მოსახლეზე 3 კვ. მ-ზე ნაკლებია, მაშინ, როცა 1980-იან წლებში ეს რიცხვი 13 კვ.მ-ს შეადგენდა; ევროპული ქალაქებისათვის გენგეგმის მიხედვით, საშუალო ნორმატიული მაჩვენებელი ერთ სულ მოსახლეზე 20 კვ.მ. გამწვანების არსებობას ითვალისწინებს.

**საკვანძო სიტყვები:** კლიმატის ცვლილება, ჰაერის დაბინძურება, ენერგოეფექტურობა, ახალი ტექნოლოგიები, განახლება-

დი ენერგია, მწვანე სახურავების ტექნოლოგია, მსოფლიო გა-  
მოცდილება, ენერგო-ეკონომიკური კვლევა.

### ძირითადი ტექსტი

**კლიმატის ცვლილება.**ორგანული სათბობის წვის შედეგად, ბოლო 50 წლის განმავლობაში ნახშირორჟანგის ( $\text{CO}_2$ ) კონცენ-  
ტრაცია ატმოსფეროში ყოველწლიურად 1.6-2.0 ppm-ით იზ-  
რდება და 2050 წლისთვის 500 ppm-ს გადააჭარბებს, (ყოველ  
ერთ მილიონ ლიტრ ატმოსფერულ ჰაერში იქნება 500 ლიტრი  
 $\text{CO}_2$ ), ხოლო საუკუნის ბოლოს 550-560 ppm-ს მიაღწევს. აღსა-  
ნიშნავია, რომ უკანასკნელი 800 ათასი წლის მანძილზე ჰაერში  
ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის ნიშნული არ ასცილებია 300  
ppm -ს (ნახ.1).

ნახშირორჟანგის აღნიშნული კონცენტრაცია გამოიწვევს  
 $7^\circ\text{C}$ -ით გლობალურ გათბობას, რაც კლიმატისა და ბიოსფეროს  
ცვლილებასთან, მთელი მსოფლიოს მასშტაბით სასოფლო-  
-სამეურნეო ზონების რადიკალურ ძვრებთან, კონტინენტური  
ყინულების დიდი ნაწილის დნობასთან და სხვადასხვა ქვეყნის  
ტერიტორიების მასიურ დატბორვასთან არის დაკავშირებული.



ნახ. 1. ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის დონე ატმოსფეროში  
(© climate.nasa.gov)

საქართველომ, გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციის (UNFCCC) (პარიზი, 2015 წ.) შესაბამისად დაამუშავა დოკუმენტი „ეროვნულად განსაზღვრული მოსალოდნელი წვლილი-ს (INDC) შესახებ“, რომლის თანახმად ქვეყანა, 2030 წლისთვის გეგმავს უპირობოდ შეამციროს სათბური გაზის გაფრქვევა ჩვეულებრივი საქმიანობით გათვალისწინებულ მაჩვენებელზე 15%-ით დაბლა. 15%-იანი შემცირების მიზანი შეიძლება გაიზარდოს 25%-მდე გლობალური თანამშრომლობის შედეგად ტექნიკური დახმარების მიღების, იაფ ფინანსურ წყაროებზე და ტექნოლოგიებზე წვდომის პირობებში. ტრადიციული ბიზნესის სცენარის 25%-იანი შემცირება აგრეთვე გარანტიანა იმისა, რომ საქართველოში სათბურის გაზის გამოყოფა 2030 წლისთვის 1990 წლის დონეზე 40%-ით ნაკლები იქნება.

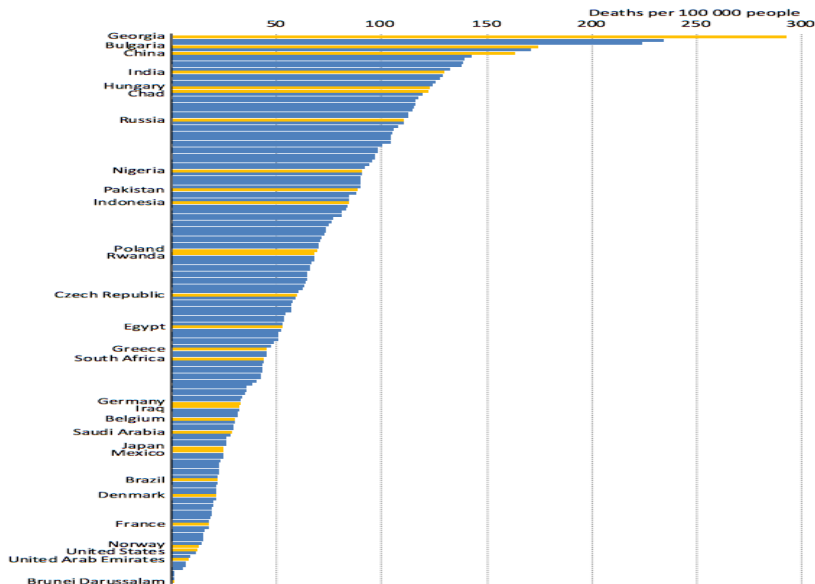
ნახშირორჟანგის ( $\text{CO}_2$ ) ემისიის შეზღუდვა ატმოსფეროში და კლიმატის ცვლილების სიჩქარის შემცირება უშუალოდ არის დაკავშირებული ენერგეტიკულ, სამრეწველო, საყოფაცხოვრებო, სამშენებლო და სატრანსპორტო სექტორებში სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების რაციონალურად გამოყენებასთან, მაღალეფექტური ტექნოლოგიების დანერგვასა და ენერგოდამზოგავი ღონისძიებების პრაქტიკულ რეალიზებასთან.

კლიმატის ცვლილების სიჩქარის შემცირება,  $\text{CO}_2$ -ის ემისიის შეზღუდვასთან ერთად, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ამ გაზების შთანთქმის ინტენსივობაზე და, აქედან გამომდინარე, ტყეებისა და სხვა მცენარეული საფარის, როგორც ატმოსფეროდან  $\text{CO}_2$ -ის მშთანთქმელების, შენარჩუნება-გაძლიერებაზე.

ცნობილია, რომ მცენარეთა ზრდის აუცილებელი ფაქტორებია სითბო, სინათლე, ტენი და ნახშირორჟანგი. ფოტოსინთეზის პროცესში ერთი ჰექტარი ტყე წელიწადში ატმოსფეროდან შთანთქმავს 13-17 ტონა ნახშირორჟანგს და გამოყოფს 10-15 ტონა ჟანგბადს. გაზონით დაფარულ ფართობს შეუძლია დააკმაყოფილოს ადამიანების გარკვეული რაოდენობის წლიური მოთხოვნილება ჟანგბადზე. ამავდროს, მცენარეებს შეუძლიათ შეაკავონ 50%-მდე მტვერი და მავნე ნივთიერებების კონცენტრაცია;

მცენარეული საფარის, როგორც ატმოსფეროდან CO<sub>2</sub>-ის მშთანთქმნელის, გაძლიერებისა და შენარჩუნების მნიშვნელობაზე მეტყველებს თუნდაც ის ფაქტი, რომ ამერიკული სააგენტო Vox მონაცემებით ყოველ წელს მსოფლიოში ჰაერის დაბინძურების შედეგად 6.5 მილიონი ადამიანი კვდება, მათ უმეტესობას ზემოხსენებული მიზეზით პროვოცირებული სიმსივნე და გულის სხვადასხვა დაავადება უვითარდებათ.

**ჰაერის დაბინძურება.** საქართველო იმ ქვეყნების სათავეშია, სადაც ჰაერის დაბინძურების მაჩვენებელი ყველაზე მაღალია, მიუხედავად ქვეყნის მასშტაბისა. საერთაშორისო ენერგეტიკულმა სააგენტომ (IEA) გამოაქვეყნა ანგარიში, სადაც განმარტებულია, რა საფრთხეს უქმნის ჰაერის დაბინძურება მსოფლიოს. კვლევაში მოცემულია დიაგრამა (ნახ.2), რომელიც ასახავს ქვეყანებს, რომლებშიც ჰაერი დაბინძურების კუთხით არსებულმა მდგომარეობამ ფატალურ შედეგებამდე შეიძლება მიგვიყვანოს.



ნახ.2. ჰაერის დაბინძურების დიაგრამა

ქვეყნები ასი ათას ადამიანზე სიკვდილის მაჩვენებლის მიხედვით არის დალაგებული და გოგირდის დიოქსიდს (SO<sub>2</sub>), ნიტროგენის ოქსიდების (NO<sub>x</sub>) და ჰაერში არსებული სხვა მავნე ნივთიერებების ნაერთით გამოწვეული გარდაცვალების შემთხვევებს მოიცავს.

როგორ მოხვდა საქართველო სიის სათავეში, კვლევაში განმარტებული არ არის, თუმცა ნათქვამია, რომ ქვეყანაში ძალიან ბევრი ძველი, დიზელზე მომუშავე მანქანაა, რომელსაც მომწამვლელი გამონაბოლქვი აქვს. ამასთან, საქართველოში არ არის განვითარებული მუნიციპალური ტრანსპორტის სისტემა, მოსახლეობას საკუთარი მანქანებით უხდება გადაადგილება. ქართველების უმეტესობა კი მეორად მანქანებს ყიდულობს, რომელიც სხვა ქვეყნიდან არის იმპორტირებული.

ამასთან, Vox წერს, რომ საქართველოში მანქანის მფლობელები ხსნიან დაზიანებულ კატალიზატორებს და აღარ ამაგრებენ ახალს, რაც რეალურად არ მოწმდება. გზებზე არ არის მონესრიგებული მოძრაობა, ხშირად იქმნება საცობები, ყველა ეს ფაქტორი კი ჰაერის დაბინძურებას უწყობს ხელს.

საქართველოში ატმოსფერული ჰაერი ბინძურდება ავტოტრანსპორტიდან, ენერგეტიკული სექტორიდან, სამრეწველო ობიექტებიდან და სოფლის მეურნეობის დარგებიდან. მათგან ძირითადი დამაბინძურებელია ავტოტრანსპორტი და ენერგეტიკა, რადგან ბოლო წლებში იზრდება ამ სექტორებში მოხმარებული საწვავის რაოდენობა.

ნებისმიერ სხვა დამაბინძურებელზე მეტად, ადამიანის ჯანმრთელობაზე უარყოფით გავლენას სწორედ მტვრის ნაწილაკები ახდენს, რადგან მათ შესწევთ უნარი, შეაღწიონ ბრონქიოლების პერიფერიულ უბნებში და ხელი შეუშალონ ფილტვებს შიგნით ჰაერის მიმოცვლას. ადამიანის ჯანმრთელობაზე ასევე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს აზბესტი. შენობების დემონტაჟისას ჰაერში გაიფრქვევა აზბესტის ბოჭკო, რომელიც განსაკუთრებულად მაღალი ტოქსიკურობის კიბოს გამომწვევ ნივთიერებას წარმოადგენს. მისი შესუნთქვა შეუქცევად პროცესებს იწვევს, რის შედეგადაც ვითარდება მეზოთელიუმა, რაც

ადამიანისთვის ლეტალურად მთავრდება. აზბესტის გამოყოფა ავტოტრანსპორტის სამუხრუჭე ხუნდების ცვეთის დროსაც ხდება, მანქანაშიც და ატმოსფეროშიც.

რა უნდა გაკეთდეს რათა შემცირდეს ჰაერის დაბინძურება? სპეციალისტების თქმით, პირველ რიგში აუცილებელია საკანონმდებლო ცვლილებებისა და ნორმების დადგენა, რომლებიც ასოცირების ხელშეკრულებით აღებული ვალდებულებაა და რომელსაც გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო ახორციელებს.

უმთავრესია ასაკის მიხედვით ავტოტრანსპორტის ლიმიტირება, სანავის ხარისხის გაუმჯობესება, მანქანების ტექნიკური გამართულობის კონტროლი, მოძრაობის სწორ რეგულირება და საზოგადოებრივი ტრანსპორტის გაუმჯობესება.

**მწვანე სახურავები.** განსაკუთრებული მნიშვნელობა კი, მწვანე საფარის მომატებას აქვს. აუცილებელია ქალაქში სარეკრეაციო ზონების, ბაღების, პარკების მომრავლება, მწვანე სახურავების ტექნოლოგიის დანერგვა ქვეყანაში და ამ კუთხით არსებული პოტენციალის გამოყენება.

ევროპისა და აშშ-ს ქალაქებში ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან დაიწყო მწვანე გაზონებისა და მცენარეული საფარის მოწყობა შენობების სახურავებზე, რაც თავდაპირველად 1960 წელს გერმანიაში გამოჩნდა, შემდეგ კი ფართოდ გავრცელდა მსოფლიო მასშტაბით.

მწვანე სახურავებსა და მწვანე კედლებს მრავალი დადებითი მხარე აქვს. მათ აქვთ იზოლაციური ფუნქცია და ამცირებენ ელექტროენერგიის მოხმარებასა და ხარჯებს. ისინი აკავებენ წყალს ჩაბეტონებულ ადგილებში. ამასთანავე მწვანე საფარი არის მწერებისათვის ძირითადი გავრცელების ადგილები.

ყველაზე მნიშვნელოვანი ფუნქცია თითოეული მცენარის მონილეობაა ფოტოსინთეზში, რაც გულისხმობს ყველა ცალკეული მცენარის მიერ თავის წილი CO<sup>2</sup>-ს ჰაერიდან შეკაებას. ყოველი ახალი მცენარის გაზრდით ჩვენ ვებრძვით კლიმატის ცვლილებას.

**მსოფლიო გამოცდილება.** გასაკვირი არ არის, რომ საფრანგეთის ზოგიერთ ქალაქში ასევე ბაზელსა და ანტვერპენში,

ახალ და განახლებულ შენობებზე მწვანე სახურავების გაკეთება სავალდებულო გახდა. ევროპასა და მთელ მსოფლიოში ნარმოდგენილია მწვანე სახურავებისა და კედლების არაერთი შთამბეჭდავი მაგალითი, როგორც საჯარო შენობებზე ასევე საცხოვრებელ კორპუსებზე. მწვანე სახურავების ტექნოლოგია საშულებას გვაძლევს: შევამციროთ ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება, ხმაური და სითბოს დანაკარგები ჭერიდან და სხვენიდან, გავზარდოთ ჟანგბადის შემცველობა ატმოსფერულ ჰაერში, დავიცვათ შენობის სახურავის მასალა ტემპერატურული ცვლილებებისაგან (სიცხისაგან და ყინვისაგან) და გავახანგრძლივოთ მათი საექსპლუატაციო ვადა, გავზარდოთ ჰაერის ტენიანობა (მწვანე საფარი ატმოსფეროში აბრუნებს ტენის 60%-ს), გამოვრიცხოთ სახურავის მასალიდან ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საზიანო ნივთიერებებისა და ნაერთების გამოყოფა, თავიდან ავირიდოთ ცეცხლის სწრაფი გავრცელება სახურავის აალების შემთხვევაში და შენობას მივანიჭოთ ორიგინალური და ესთეტიკური სახე.

მსოფლიოს მასშტაბით არსებული და დანერგილი გამოცდილების გაზიარებით, რატომაც არ უნდა ვიფიქროთ რაიმე მსგავსის გაკეთება ჩვენს ქალაქებში, მაშინ როდესაც შენობების სახურავების საერთო ფართი ჯამში რამდენიმე ასეულ კვ.მ-ს აღწევს და ეს ფართი არაფერში არ გამოიყენება?

უკანასკნელი 10 წლის მანძილზე მთელ მსოფლიოში შეინიშნება განსაკუთრებული ინტერესი „მწვანე სახურავების“ მიმართ. ევროპის მთელ რიგ ქვეყნებში, როგორიცაა გერმანია, ნიდერლანდები, ნორვეგია, იტალია, ავსტრია, უნგრეთი, შვეცია, დიდ ბრიტანეთი და საბერძნეთი, აგრეთვე აშშ-სა და კანადაში მიმდინარეობს ინტენსიური კვლევები სახურავების გამწვანების ეფექტურობის შესასწავლად. შექმნილია მრავალი კვლევითი ცენტრი და ასოციაცია.

## დასკვნა

მიუხედავად მნიშვნელოვანი დადებითი მხარეებისა, მწვანე საფარის მოწყობა სახურავებზე არცთუ ისეთი მარტივია და დაკავშირებულია გარკვეულ პრობლემებთან და სირთულეებთან.



პირველ რიგში, უნდა მოხდეს სახურავების გამწვანების მე-  
თოდის შესწავლა და ერთი კონკრეტული შენობისათვის საპი-  
ლოტე პროექტის შემუშავება, სიტბოს დანაკარგების შესამცი-  
რებელი და ტენის შემცირებელი საიმედო მასალის, აგრეთვე,  
ფესვების ზემოქმედებისაგან დამცავი ფენების შერჩევა, კარგად  
მოფიქრებული სადრენაჟო სისტემის მონტაჟი ზედმეტი ტენის  
ასარტყმევად, მწვანე საფარის გრუნტის სიტბური რეჟიმის და-  
დგენა, ტემპერატურის შენარჩუნება გარკვეულ დიაპაზონში,  
თბოფიზიკური პარამეტრების შესწავლა და საბოლოო ჯამში  
ენერგოეფექტურობის კუთხით გაანგარიშების ენერგო-ეკონო-  
მიკური და სხვა ტექნიკური მახასიათებლების შესწავლა.

### ლიტერატურა:

1. [https://climate.nasa.gov/climate\\_resources/24/graphic-the-relentless-rise-of-carbon-dioxide/](https://climate.nasa.gov/climate_resources/24/graphic-the-relentless-rise-of-carbon-dioxide/)
2. [http://www.moe.gov.ge/ka/%E1%83%97%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98/klimatiscvlileba/%E1%83%A8%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%9A%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%90\(%E1%83%9B%E1%83%98%E1%83%A2%E1%83%98%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%AA%E1%83%98%E1%83%90\)](http://www.moe.gov.ge/ka/%E1%83%97%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98/klimatiscvlileba/%E1%83%A8%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%9A%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%90(%E1%83%9B%E1%83%98%E1%83%A2%E1%83%98%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%AA%E1%83%98%E1%83%90))
3. <http://fortuna.ge/saqartveloshi-haeris-dabindzurebis-mach-venebeli-msoflioshi-yvelaze-maghalia/>
4. <https://goodgoal.org/2017/03/22/impressive-green-roofs-and-green-walls-in-europe/>
5. <http://liberali.ge/articles/view/21159/sashishi-haeri>
6. <http://netgazeti.ge/news/208410/>
7. <http://www.moe.gov.ge/ka/%E1%83%97%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98/haeri>
8. <https://web.toronto.ca/wp-content/uploads/2017/08/965d-Report-on-the-Environmental-Benefits-and-Costs-of-Green-Roof-Technology-for-the-City-of-Toronto-Chapter-4-1.pdf>
9. <https://www.campbellsci.com/news-university-toronto-green-roof>



10. [https://www.nasa.gov/pdf/665642main\\_NASA\\_and\\_Green\\_Roof\\_Research.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/665642main_NASA_and_Green_Roof_Research.pdf)

11. <http://greenroofoutfitters.com/green-roof-research/>

## **CLIMATE CHANGE AND IMPLEMENTATION OF GREEN ROOF TECHNOLOGY**

**Ani Janukashvili**, GTU MBA Student

**Tengiz Djishkariani**,

Scientific Supervisor, PhD, Professor of GTU

### **RESUME**

In recent years, life has become more difficult in big cities. The polluted air from transport, industrial and household sectors, noise and dust-all these factors have a very negative impact on human health. This is especially essential for our capital city, where the top priority is building the new residential buildings and not the greenery of the city. However, the green cover has a great and direct impact on air cleaning (the known fact is that one hectare forest absorbs 13-17 tons of carbon dioxide from the atmosphere and emits 10-15 tons of oxygen annually).

In the cities of Europe and the United States, already in the 60s of the last century, the green roofs and covers have been built on the façades and roofs of buildings. Why not think about something similar in our cities, while the total area of the roofs of buildings reaches a few hundred square meters, which is a big untapped potential. Georgia is in the list of top countries with highest air pollution rates, so Energy efficiency and new technologies like green roofs, should be necessarily implemented to make our living environment safer.

**Key words:** Climate Change; Air Pollution; Energy Efficiency; Green roof Technology; World Experience; Renewable Energy, New technologies; Energy-Economic study.