

### ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub> კონცენტრაციის ველი მიღებული ექსპერიმენტული გაზომვებით

ა.ა. სურმავა ა., გიგაური ნ., კუხალაშვილი ვ., ინწკირველი ლ.

*\*ვიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, სტუ, თბილისი, საქართველო  
\*მიხეილ ნოდიას სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, თსუ, თბილისი, საქართველო  
aasurmava@yahoo.com*

*ანოტაცია. ექსპერიმენტული ნატურული გაზომვებით შესწავლილია ქ. ქუთაისისა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე ატმოსფერულ ჰაერში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub> კონცენტრაციები. გაზომვები ჩატარებულია პორტატული გამზომი მოწყობილობით Aeroqual Series 500. მიღებული მონაცემებით აგებულია მიკრო-აეროზოლების ზედაპირული განაწილების სურათი, დადგენილია შედარებით მაღალი და დაბალი კონცენტრაციების ზონები. მიღებული შედეგები გამოყენებული იქნება ქ. ქუთაისის ატმოსფეროს PM ნაწილაკების დაბინძურების კომპიუტერული მოდელის დამუშავებისათვის.*

*საკვანძო სიტყვები: ქ. ქუთაისი, ატმოსფერული ჰაერი, PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub> კონცენტრაცია.*

უკანასკნელი 50 წლის განმავლობაში, ქალაქების ატმოსფერული ჰაერის PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub> მიკრო-ნაწილაკებით დაბინძურებისაგან დაცვა მეტად აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს ჯანმრთელობის დაცვის კუთხით. ეს ნაწილაკები, მათი მეტად მცირე ზომების გამო, თავისუფლად აღწევენ ადამიანთა შინაგან ორგანოებში აზიანებენ გულ-სისხლძარღვთა სისტემას, იწვევენ ფილტვების კიბოს, ინსულტს და სხვა დაავადებებს [1-4]. ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით ადამიანთა სიკვდილიანობის 7% გამოწვეულია ატმოსფერული ჰაერის მიკრო აეროზოლებით დაბინძურებით [5-11].

ატმოსფერულ ჰაერში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub> არსებობა დაკავშირებულია სამრეწველო, აგრარულ და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარებასთან. ამავე დროს, საქართველოს ატმოსფეროში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub> კონცენტრაციის რამდენიმე დღიანი მკვეთრი გაზრდა უმეტეს შემთხვევაში გამოწვეულია სინოპტიკური პროცესებით - საჰარისა და შუა აზიის უდაბნოების მტვრის დიდმასშტაბიან გადატანასთან [12].

ინდუსტრიულ ცენტრებში და დიდ ქალაქებში PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ით დაბინძურების ძირითად წყაროს სამრეწველო საწარმოები და ავტოტრანსპორტი წარმოადგენს, ადმინისტრაციულ ცენტრებში და საკურორტო რეკრეაციულ ქალაქებში - ავტოტრანსპორტი.

საქართველოს ქალაქებში ატმოსფერულ ჰაერის PM<sub>2.5</sub> და PM<sub>10</sub>-ით დაბინძურების მონიტორინგი იწყება 2018 წლიდან. რეგულარული დაკვირვებები ხორციელდება ქალაქებში: თბილისი, ქუთაისი, რუსთავი, ბათუმი, მონიტორინგის შედეგები გაანალიზირებულია ნაშრომებში [12-18].

ქუთაისი საქართველოს სიდიდით მეორე ქალაქია. მისი მოსახლეობა 147 ათას ადამიანს აღემატება. ერთ დროს ინდუსტრიული ქალაქი, დღეისათვის იმერეთის რეგიონის ადმინისტრაციული და კულტურულ-რეკრეაციული ცენტრია. ქალაქში და მის შემოგარენში განლაგებულია საერთაშორისო მნიშვნელობის საკურორტო ქალაქი წყალტუბო, ისტორიული ძეგლები: ბაგრატის ტაძარი, იუნესკოს კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლი-გელათის სამონასტრო კომპლექსი, გეგუთის სასახლე, მარტვილის და მოწამეთას მონასტერი. ტურისტული ობიექტები - სათაფლიის და პრომეთეს მღვიმეები, კინჩხის, მარტვილის და ბალდის კანიონები და სხვა.

ქუთაისი, ასევე, მსხვილი სატრანსპორტო კვანძია, მის მახლობლად გადის დიდი აბრეშუმის გზა და მდებარეობს საერთაშორისო მნიშვნელობის აეროპორტი. ქალაქის ვიწრო გზებზე მოძრაობს ასობით ავტომობილი. ავტოსატრანსპორტის მოძრაობა განსაკუთრებით ინტენსიურია ზაფხულისა და შემოდგომის სეზონში. შედარებით სუსტადაა წარმოდგენილი ინდუსტრიული საწარმოები. ისინი შემოიფარგლებიან საამშენებლო, ასფალტ-ბეტონის და ცალკეული შემკეთებელი და ავტოსატრანსპორტო საწარმოებით. ქალაქის სოციალურ-ეკონომიკური ფუნქცია, ფიზიკო - გეოგრაფიული მდებარეობა, კლიმატი და ინფრასტრუქტურა განსაზღვრავს ქუთაისის ეკოლოგიურ მდგომარეობის შესწავლის აუცილებლობას.

გამომდინარე ქ. ქუთაისის სოციალურ -ეკონომიკური ფუნქციიდან, მის ატმოსფერულ ჰაერში PM2.5 და PM10 დროითი ცვლილება და სივრცითი განაწილების შესწავლა აქტუალური ამოცანაა. აღნიშნულ პრობლემას ეხება წარმოდგენილი სტატია.

ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში PM2.5 და PM10 - ის კონცენტრაციაზე რეგულარული დაკვირვება იწყება 2018 წლიდან ერთ სადამკვირებლო პუნქტზე. სადამკვირებლო პუნქტი მდებარეობს ლ. ასათიანის ქუჩისა და ი. ჭავჭავაძის გამზირის გადაკვეთ საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრაობით მეტად დატვირთულ გზაჯვარედინზე (ლ. ასათიანის ქ. # 98). დაკვირვება ხორციელდება ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მონიტორინგის ფარგლებში გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ.

ცხრილ 1-ში მოცემულია ქ.ქუთაისის ატმოსფეროში 2020 წლის მარტი-მაისის თვეებში მიკრონაწილაკების საშუალო თვიური კონცენტრაციების მნიშვნელობები და PM10-ის საშუალო საათობრივი კონცენტრაციის ზღვ-ზე გადამეტებათა რიცხვი (M).

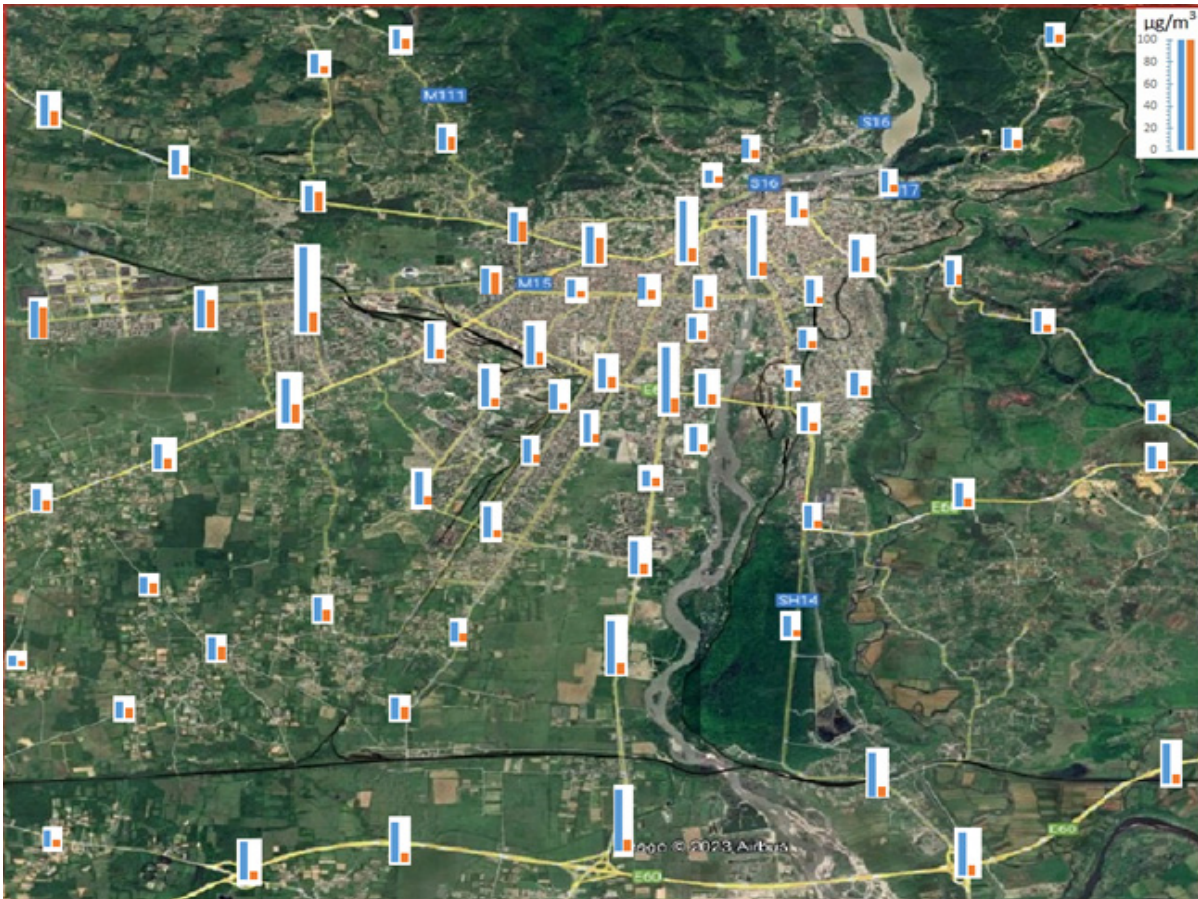
ცხრილი 1. PM2.5 და PM10-ის საშუალო თვიური კონცენტრაციები და PM10-ის საშუალო საათობრივი კონცენტრაციის ზღვ-ზე გადამეტებათა რიცხვი (M)

თვე	მარტი	აპრილი	მაისი
PM2.5 (მკგ/მ <sup>3</sup> )	12	15	9
PM10 (მკგ/მ <sup>3</sup> )	22	38	20
M	34	176	7

ცხრ. 1 - დან ჩანს, რომ განხილულ პერიოდში ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში მიკრონაწილაკების კონცენტრაციები არ აღემატებიან ზღვრულად დასაშვებ საშუალო დღე-ღამურ კონცენტრაციებს. PM2.5-ის საშუალო თვიური კონცენტრაცია მაქსიმალურია აპრილის და მინიმალურია მაისის თვეში. თვისობრივად ანალოგიურ განაწილებას აქვს ადგილი PM10-ის შემთხვევაშიც. მისი საშუალო თვიური კონცენტრაცია შედარებით მაღალია აპრილის თვეში (38 მკგ/მ<sup>3</sup>). განსაკუთრებით მაღალია აპრილში ასევე იმ დაკვირვებათა რიცხვი, რომლის დროსაც PM10-ის საშუალო საათობრივი კონცენტრაცია აღემატებოდა საშუალო დღე-ღამურ კონცენტრაციას.

2023 წლის მაისისა და ივლისის თვეებში მობილური პორტატული აპარატით „ Aeroqual Series 500“ განხორციელდა PM2.5 და PM10 -ის კონცენტრაციათა ექსპერიმენტული გაზომვები ქ. ქუთაისის ტერიტორიაზე და მის შემოგარენში. გაზომვები მიმდინარეობდა ზაფხულის და ზაფხულის უქარო და თბილი ამინდის პირობებში ქვეფენილი ზედაპირიან 1.5 მ სიმაღლეზე. ატმოსფეროში მიკროაეროზოლების შემცველობა ფასდებოდა კონცენტრაციათა 10 წუთიანი გასაშუალებით.

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია ქ. ქუთაისისა და მის შემოგარენში ატმოსფერულ ჰაერში PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციების მნიშვნელობათა სვეტური დიაგრამები. ნახ. 1-დან ჩანს, რომ PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციათა მნიშვნელობები დაკვირვების პუნქტებში არ არის პროპორციულ დამოკიდებულებაში. გაზაფხულზე და ზაფხულში PM10- ის კონცენტრაციები იცვლება 8,4-132,5 მკგ/მ<sup>3</sup>, PM2.5- ის კი - 4,6-25,1 მკგ/მ<sup>3</sup> ინტერვალის ფარგლებში.



ნახ. 1. PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციათა მნიშვნელობები ქ. ქუთაისის და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე (ლურჯი - PM10, ვარდისფერი - PM2.5)

PM10-ის ექსტრემალურად მაღალი კონცენტრაცია (>2,6ზდკ; ზდკ=50 მკგ/მ<sup>3</sup>) გაზომილია ავტომშენებლის ქუჩის მიმდებარე ტერიტორიაზე. მაღალი კონცენტრაციები (>ზდკ) დაკვირვებულია ქალაქის ცენტრში (მწვანე ბაზარი, რუსთაველის ხიდი), თაბუკაშვილის ქუჩის შუა ნაწილში, ქუთაისის გარსშემოვლის გზასა და თაბუკაშვილის ქუჩის გადაკვეთასთან. მაღალი კონცენტრაციების არსებობა ძირითადად დაკავშირებულია ქუჩის სარემონტო სამუშაოებთან, საწარმოო საქმიანობასთან, ინტენსიურ სატრანსპორტო მოძრაობასთან და სხვა.

PM2.5 ტერიტორიული განაწილება განსხვავდება PM10 განაწილებისაგან: კონცენტრაციების მაღალი მნიშვნელობები (20-25 მკგ/მ<sup>3</sup>) მიღებულია გამარჯვების მოედანზე, ქუთაისი - წყალტუბოს გზის დასაწყისსა და ავტომშენებლის ქუჩაზე. ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში PM2.5 ის კონცენტრაციები 5-10მკგ/მ<sup>3</sup> ის ფარგლებშია.

PM2.5 და PM10-ის კონცენტრაციების გაზომვები ჩატარდა ქ. ქუთაისის მიმდებარედ არსებულ დასახლებულ პუნქტებში. მათი კონცენტრაციების სიდიდეები ტოლი იყო: სოფ. ქვიტირი - 6 მკგ/მ<sup>3</sup>, 12 მკგ/მ<sup>3</sup>; სოფ. ფარცხანაყანები - 4,6 მკგ/მ<sup>3</sup>, 8,4 მკგ/მ<sup>3</sup>; სოფ. გეგუთი - 6,2 მკგ/მ<sup>3</sup>, 13,9 მკგ/მ<sup>3</sup>, ონის რაიონი - 8 მკგ/მ<sup>3</sup>, 16 მკგ/მ<sup>3</sup>, მარტვილის რაიონი - 19 მკგ/მ<sup>3</sup>, 23 მკგ/მ<sup>3</sup> (ნისლიანი ამინდი).

დასკვნა. გაანალიზირებულია ქ. ქუთაისის ატმოსფეროში PM2,5 და PM10-ის კონცენტრაციათა სივრცული განაწილება, მიღებული 2023 წლის მაისისა და ივლისის თვეებში ქ. ქუთაისში განხორციელებულილი ექსპერიმენტული გაზომვების შედეგად. დადგენილია მიკროაეროზოლების მაქსიმალური და მინიმალური კონცენტრაციების მნიშვნელობები, კონცენტრაციების ცვლილების დიაპაზონები და ატმოსფერული ჰაერის შედარებით ძლიერი და სუსტი დაბინძურების არეები.

მადლიერების გამოხატვა. სამეცნიერო კვლევა განხორციელდა „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის“ ფინანსური მხარდაჭერით [FR-22-4765].

## ლიტერატურა

- [1] Samet J.M., Zeger S.L., Dominic F., Curriero F., et al. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part II: Morbidity and Mortality from Air Pollution in the United States // Research Report, 94, Health Effects Institute: Cambridge, MA, USA, 2000.
- [2] Pope C.A., Burnett R.T., Thun M.J., Calle E.E., Krewski D., et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. // J. Am. Med. Assoc, 287, 2002, pp. 1132–1141.
- [3] Katsouyanni K., Touloumi G., Spix C., Schwartz J., et al. Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: Results from time series data from the APHEA project. // BMJ, 314, 1997, pp.1658–1663.
- [4] World Health Organization. Regional Office for Europe. // Review of evidence on health aspects of air – REVIHAAP Project, First result. <https://media.xpair.com › pdf › REVIHAAP PDF>
- [5] Mortality and burden of disease from ambient air pollution. // WHO, [https://www.who.int/gho/phe/outdoor\\_air\\_pollution/burden/en/](https://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/burden/en/).
- [6] Apte J.S., Marshall J.D., Cohen A.J., Brauer M. Addressing Global Mortality from Ambient PM2.5. // Environ. Sci. Technol, 49, 13, 2015, pp. 8057–8066. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01236>.
- [7] Lefler J.S., Higbee J.D., Burnett R.T., Ezzati M., Coleman N.C., Mann D.D., Marshall J.D., Bechle M., Wang Y., Robinson A.L., Pope C.A. Air pollution and mortality in a large, representative U.S. cohort: multiple pollutant analyses, and spatial and temporal decompositions. // Environmental Health, volume 18, Article number: 101, 2019.
- [8] Dockery D.W., C. Pope C.A., Xu X., Spengler J.D., Ware J.H., Fay M.E., Ferris B.G., Speizer F.E. An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. // The New England Journals of Medicine. Volume 329, Number 24, December 9, 1993, pp. 1753-1759.
- [9] United States Environmental Agency. Integrated Science Assessment for Particulate Matter. // EPA/600/R-19/188 December 2019 [www.epa.gov/isa](http://www.epa.gov/isa)
- [10] World's most polluted cities (historical data 2017-2022). // <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities>
- [11] World's Most Polluted Cities in 2022 - PM2.5 Ranking. IQAir. // <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities> IQAir
- [12] ჰაერის ხარისხი. // [https://air.gov.ge/reports\\_page](https://air.gov.ge/reports_page)
- [13] Kirkitadze D. D. Statistical Characteristics of Monthly Mean and Annual Concentrations of Particulate Matter PM2.5 and PM10 in Three Points of Tbilisi in 2017-2022. // Journal of the Georgian Geophysical Society, e-ISSN: 2667-9973, p-ISSN: 1512-1127 Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 26(1), 2023, pp. 67-82.
- [14] Surmava A., Gigauri N., Kukhalashvili V., Intskirveli L., Mdivani S. Numerical Modeling of the Anthropogenic Dust Transfer by Means of Quasistatic and Non-Quasistatic Models. International Scientific Conference “Natural Disasters in Georgia: Monitoring, Prevention, Mitigation”.// Proceedings, ISBN 978-9941-13-899-7, Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, December 12-14, Tbilisi, 2019, pp. 134-137.
- [15] Surmava A., Intskirveli L., Kukhalashvili V., Gigauri N. Numerical Investigation of Meso- and Microscale Diffusion of Tbilisi Dust. // Annals of Agrarian Science, 18, No. 3, 2020, pp. 295-302.
- [16] Kukhalashvili V.G., Gigauri N.G., Surmava A.A., Demetrashvili D.I, Intskirveli L.N. Numerical Modelling of Dust Propagation in the Atmosphere of Tbilisi City: The Case of Background Eastern Fresh Breeze. // Journal of the Georgian Geophysical Society, ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 23(1), 2020, pp. 51-56.
- [17] Kukhalashvili V.G., Kordzakhia G.I., Gigauri N.G., Surmava A.A., Intskirveli L.N. Numerical Modelling of Dust Propagation in the Atmosphere of Tbilisi City: The Case of Background Eastern Gentle Breeze. // Journal of the Georgian Geophysical Society, ISSN: 1512-1127, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v. 23(1), 2020, pp. 46-50.
- [18] Gigauri N., Surmava A., Intskirveli L., Demetrashvili D., Gverdsiteli L., Pipia M. Numerical Modeling of PM2.5 Propagation in Tbilisi Atmosphere in Winter. I. A Case of Background South Light Wind. // International Scientific Conference „Natural Disasters in the 21st Century: Monitoring, Prevention, Mitigation “. Proceedings, ISBN 978-9941-491-52-8, Tbilisi, Georgia, December 20-22, 2021. Publish House of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, 2021, pp. 74 - 78.

## FIELD OF CONCENTRATION OF PM<sub>2.5</sub> AND PM<sub>10</sub> IN KUTAISI ATMOSPHERE OBTAINED BY EXPERIMENTAL MEASUREMENTS

**\*\*Surmava A., \*Gigauri N., \*\*Kukhalashvili V., \*Intskirveli L.**

*\*Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia*

*\*\* Mikheil Nodia Institute of Geophysics of Ivane Javakishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia  
aasurmava@yahoo.com*

*Abstract. It was studied by experimental natural measurements PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> concentrations in Kutaisi atmosphere and its surrounding area. Measurements were made with an ‘Aeroqual Series 500’ portable measuring device. Based on the received data, a picture of the surface distribution of microaerosols is built, the zones of relatively high and low concentrations are determined. The values of the maximum and minimum concentrations of microaerosols, the ranges of concentration changes, and the areas of relatively strong and weak pollution of the ambient air are established. The obtained results will be used in for processing the computer model of PM particle pollution of the atmosphere of Kutaisi.*

*Key words: c.Kutaisi, Atmospha, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> concentration.*