

doi.org/10.36073/1512-0902-2026-139-58-66

უაკ 551.583

## მტკვრის წყალსაცავების კასკადის ექსპლუატაციის მოსალოდნელი გავლენა მიკროკლიმატურ ცვლილებებზე

ელიზბარაშვილი ელიზბარ\*, ელიზბარაშვილი მარიამ\*\*,  
დიასამიძე ციცილო\*, ელიზბარაშვილი შალვა\*

\* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი  
[elizbar@hotmail.com](mailto:elizbar@hotmail.com)

\*\* ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

**რეიუმე.** შეფასებულია მტკვრის წყალსაცავების მშენებარე კასკადის ექსპლუატაციის მოსალოდნელი გავლენა მიკროკლიმატურ ცვლილებებზე. საპროექტო წყალსატევების მცირე ზომები ვერ მოახდენს არსებით გავლენას ადგილის კლიმატის ცვლილებაზე და მის შესაძლო გავლენაზე ჰიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებზე. ამასთანავე წყალსაცავების მაქსიმალური გავლენა იქნება შეგუბების ზონაში და გავლენის ეფექტი შემოსაზღვრება წყლის კიდედან 500მ მანძილით და მაისიდან ოქტომბრის ჩათვლით იქნება სუსტი გამაგრებელი, წლის დანარჩენ თვეებში კი წყალსატევს ეფექტი ფაქტიურად არ ექნება. ვირტუალური წყალსატევის, რომელიც წარმოადგენს ცალკეული წყალსაცავების გაერთიანებას, გავლენის ეფექტი ტემპერატურის ველზე ნიშნადი შეიძლება იყოს წყლის კიდედან 1 კმ მანძილამდე დაშორებით. წყალსატევის გამაგრებელი გავლენის პერიოდში აპრილი-ოქტომბერში ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურების შემცირების სიდიდემ აბსოლუტური მნიშვნელობით წყლის კიდედან 100მ მანძილამდე შეიძლება მიაღწიოს 0.7<sup>0</sup>-ს, ხოლო 500 მ დაშორებით 0.5<sup>0</sup>-ს.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალსაცავი, მიკროკლიმატი, მოდელირება

**შესავალი.** წყალსაცავი ქმნის თავის საკუთარ მიკროკლიმატს. წყალსაცავის აკვატორიაზე და მიმდებარე ტერიტორიაზე. ძირითადი კლიმატური ელემენტების ცვლილებების სიდიდეები დამოკიდებულია წყალსაცავის სითბური ბალანსის, კერძოდ, მისი მთავარი მდგენელის-რადიაციული ბალანსის მკვეთრ ცვლილებებთან, რაც წყლის მასის დიდი სითბოტევადობით არის გამოწვეული. მეტეოელემენტების ცვლილებების სიდიდეები კი თავის მხრივ დამოკიდებულია წყალსაცავის ზომებზე, კერძოდ წყლის სარკის ფართობზე, მოცულობაზე, განფენილობაზე და სხვ.[1-4].

პირველი ნაშრომი საქართველოს წყალსაცავების მიკროკლიმატზე გავლენის შესახებ გამოქვეყნდა 1989 წელს [5]. მასში განხილული იყო ჯვრის (ენგურის) წყალსაცავის გავლენა ადგილობრივ კლიმატზე. დადგენილი იყო ამ გავლენის რაოდენობრივი მახასიათებლები.

დღეისათვის, არსებული გამოკვლევების თანახმად, დადგენილია რომ საქართველოს წყალსაცავები წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში არეგულირებენ მიმდებარე ტერიტორიის სითბურ რეჟიმს. სითბოს გადატანა წყლის ზედაპირიდან ატმოსფეროში ხორციელდება მოლეკულური სითბოგამტარობის, ტურბულენტური ცვლის სითბური კონვექციის, რადიაციული სითბოგამტარობის და აორთქლების გზით. ეს პროცესები ქმნიან წყლის და ჰაერის ტემპერატურის გარკვეულ თანაფარდობებს, რაც მჭიდრო კავშირშია კლიმატურ პირობებთან.

**კვლევის ობიექტი.** მტკვრის წყალსაცავების პროექტის განხორციელება დაგეგმილია შიდა ქართლის რეგიონში. საპროექტო ტერიტორია განლაგებულია ზღვის დონედან 450-720 მეტრ სიმაღლეთა ინტერვალში, მისი კლიმატური ფონი შეიძლება დახასიათდეს ამჟამად მოქმედი მეტეოსადგურების ხაშურისა და გორის მონაცემებით, რომლებიც მდებარეობს საპროექტო ობიექტების კლიმატურ ზონაში ზღვის დონედან შესაბამისად 690 და 588 მეტრ სიმაღლეზე. ნახ 1-ზე წარმოდგენილია წყალსაცავების განლაგების სქემა. როგორც სქემიდან ჩანს აქ წარმოდგენილია წყალსაცავების 2 დაჯგუფება, ერთი ქვიშხეთი 1 დან სკრას ჩათვლით, ხოლო მეორე გრაკალიდან ძეგვის ჩათვლით. ამ 2 ჯგუფს შორის მანძილი რამოდენიმე ათეული კილომეტრია. თვითონ წყალსაცავებს შორის უდიდესი მანძილი მეტეხის და კასპის წყალსაცავებს შორის არის და აღემატება 8 კმ-ს, ხოლო ახალსოფლის და ქარელის წყალსაცავებს შორის მანძილი შეადგენს 3 კმ-ს. დანარჩენ წყალსაცავებს შორის მანძილი შეადგენს მხოლოდ რამოდენიმე ასეულ მეტრს.



ნახ.1 წყალსაცავების კასკადის მტკვარზე განლაგების სქემა

მ.კორძაიას [6] მიერ საქართველოს კლიმატური დარაიონების თანახმად, რასაც მან საფუძვლად კიოპენის ჰავათა კლასიფიკაცია დაუდო საკვლევი რეგიონი მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ჰავის ოლქში და მოიცავს კლიმატურ რაიონს ზომიერად ნოტიო ჰავით ცივი ზამთრით და ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით.

**მასალები და მეთოდები.** წყალსატევის მიკროკლიმატზე გავლენის შეფასების შესახებ დღეისათვის სხვადასხვა მიდგომა არსებობს. ისინი შეიძლება წარმოვიდგინოთ 3 ჯგუფად;

- 1. წყალსაცავის გავლენის შეფასება გეოგრაფიული ანალოგის მეთოდის გამოყენებით:**  
გეოგრაფიული ანალოგის მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ, რომ შევადაროთ სხვა, მსგავს ადგილებში არსებულ წყალსაცავებსა და მათ მიკროკლიმატზე გავლენას. გეოგრაფიული ანალოგი უკეთ წარმოადგენს ისეთ ზონებს, სადაც წყალსაცავები უკვე არსებობს და იქ არსებული მიკროკლიმატური ცვლილებები, მაგალითად, ტემპერატურის და ჰიდრომეტეოროლოგიური პირობების ცვლილებები, უკვე განსაზღვრულია [2,7,8 და სხვ].
- 2. წყალსაცავიდან აორთქლების შეფასება წყლის ბალანსის, სითბური ბალანსის და სხვადასხვა ემპირიული მეთოდების გამოყენებით;**  
ამ მეთოდების გამოყენებით, შესაძლებელია დეტალურად შევისწავლოთ, როგორ ახდენს წყალსაცავიდან წყლის აორთქლა (დამატებითი ორთქლის წარმოქმნა) გავლენას გარემო პირობებზე. მიდგომა ითვალისწინებს წყალსაცავის დამახასიათებელი მეტეოროლოგიური პარამეტრების გაანგარიშებას წყლის ბალანსის განტოლების საფუძველზე, ან ამ განტოლებიდან გამომდინარე სპეციალური ნომოგრამების დახმარებით [9-11].
- 3. წყალსაცავის გავლენის შეფასება მოდელირების მეთოდით.** მოდელირების მეთოდებს შორის ყველაზე აღიარებულია ა.ვოიკოვის სახელობის მთავარ გეოფიზიკურ ობსერვატორიაში დამუშავებული სპეციალური მეთოდი. მეთოდი ეფუძვნება წყალსატევის და მისი მოსაზღვრე ხმელეთის ტერიტორიაზე განვითარებულ ჰიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებს, ის ითვალისწინებს წყალსაცავის და ხმელეთის ატმოსფეროსთან სითბო და ტენციის პროცესებს და ასახავს სისტემის “წყალი-ატმოსფერო-ხმელეთი“ მეტეოროლოგიური რეჟიმის ფორმირების ძირითად კანონზომიერებებს, რაც განპირობებულია წყლის და ხმელეთის თვისებებს შორის არსებული განსხვავებებით (სითბოტევადობა, შთანთქმა, აორთქლება, რადიაციული ბალანსი, სითბური ბალანსი და ა.შ.).  
მოდელირების მეთოდი უფრო გრძელვადიანი, კომპლექსური და ზუსტი მიდგომაა, სადაც გათვალისწინებულია ყველა ის ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს მიკროკლიმატზე. ასეთი მიდგომით შეიძლება შეიქმნას კომპლექსური ციფრული მოდელები, რომლებიც ასახავს წყალსაცავის მოქმედებას[3,12]:  
ამ მეთოდის თანახმად ჰაერის ტემპერატურისა და პარციალური წნევის ცვლილება ჰაერის ნაკადის წყალსატევიდან ხმელეთზე გადაადგილებისას განისაზღვრება ფორმულებით:

$$\begin{aligned}\Delta T &= T_1 - T' = (T_n - T')(1 - F(T))\varphi, \\ \Delta E &= E_1 - E' = (E_n - E')(1 - F(E))\varphi,\end{aligned}\quad (1)$$

სადაც:

- $T_1$  და  $E_1$  – ტემპერატურისა და პარციალური წნევის საძიებო მნიშვნელობებია ხმელეთზე წყლის კიდედან მოცემულ მანძილზე;
- $T'$  და  $E'$  – ტემპერატურა და პარციალური წნევა ხმელეთზე წყალსაცავის შექმნამდე;
- $T_n$  და  $E_n$  – წყალსაცავის ზედაპირის ტემპერატურა და ამ ტემპერატურაზე წყლის ორთქლის გაჯერებული პარციალური წნევა;
- $F(T)$  და  $F(E)$  – უგანზომილებო ფუნქციებია, რომლებიც ითვალისწინებენ წყალსაცავის ატმოსფეროსთან სითბო და ტენციის მახასიათებლებს;
- $\varphi$  – უგანზომილებო ფუნქციაა, რომელიც ითვალისწინებს ხმელეთის ატმოსფეროსთან სითბო და ტენციის მახასიათებლებს.

ფუნქციები  $F(T)$ ,  $F(E)$  და  $\varphi$  დამოკიდებული არიან ტურბულენტობის კოეფიციენტებზე, ქარის სიჩქარეზე, სიხისტის პარამეტრებზე და წყალსაცავის ზომებზე.  $F(E)$  – არის ფუნქცია, რომელიც ითვალისწინებს წყალსაცავის ატმოსფეროსთან ტენზიონებს. ფუნქციების  $(1-F(T))\varphi$  და  $(1-F(E))\varphi$  მნიშვნელობები 2მ სიმაღლისათვის მოცემულია [12]-ში. ამ მეტეოროლოგიური პარამეტრების ცვლილებების გამოსათვლელ მოცემულ განტოლებებში საწყის მონაცემებად ითვლება მეტეოსადგურების ინფორმაცია 2მ სიმაღლეზე. ქვეფენილი ზედაპირიდან სხვადასხვა დონეზე წყალსაცავის გავლენით გამოწვეული ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის სიდიდეების ცვლილების გამოსავლენად გამოიყენება პარამეტრები

$\alpha$  და  $\beta$ ,

რომლებიც წარმოდგენილია აგრეთვე ცხრილების სახით [12]. ამ გამოსახულებებში  $(1-F(T))\varphi$  და  $(1-F(E))\varphi$  არიან ამ ფუნქციების მნიშვნელობები 2მ სიმაღლეზე, ხოლო  $(1-F(T))\varphi^2$  და  $(1-F(E))\varphi^2$  – ამავე ფუნქციების მნიშვნელობები ქვეფენილი ზედაპირიდან 2მ სიმაღლეზე წყალსაცავის ზომებისა და წყლის ხაზიდან მოცემულ წერტილამდე.  $\alpha$  და  $\beta$  მნიშვნელობები მოყვანილია სპეციალურ ცხრილში [12]. წყალსაცავის სანაპიროზე ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობის ცვლილებების გამოთვლის დროს მხედველობაში მიიღება შესწორებები, რომლებიც განპირობებულია წყალსაცავის განლაგების გეომორფოლოგიური პირობებით, ქვეფენილი ზედაპირის თავისებურებებითა და გარემოს ლანდშაფტზე ზემოქმედების შედეგებით. ტემპერატურისა და ტენიანობის მაქსიმალური ცვლილებები აღინიშნება წყალსაცავის ცენტრში:

$$\begin{aligned}\Delta T &= T_1 - T' = (T_n - T') F(T) \\ \Delta E &= E_1 - E' = (E_n - E') F(E)\end{aligned}$$

უნდა აღინიშნოს, რომ წყალსაცავების გარემოს კლიმატზე გავლენის შეფასებას ხშირ შემთხვევაში ართულებს წყლის ზედაპირის ტემპერატურის შესახებ ინფორმაციის არარსებობა და მისი მიღება რეგიონისათვის შესაბამისი ფუნქციონალური დამოკიდებულებით წარმოდგენს გარკვეულ სიძნელეებს. გაანგარიშებებში გამოყენებულია გარემოს ეროვნული სააგენტოს და კლიმატური ცობარების მოაცემები, აგრეთვე ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის მოაცემთა ბაზები და ლიტერატურული წყაროები [1,7,8].

**შედეგების განხილვა.** თითოეული მიდგომის საშუალებით თანმიმდევრობით შევასოთ წყალსაცავების კომპლექსის გავლენა მიმდებარე ტერიტორიის მიკროკლიმატზე.

1. **წყალსაცავის გავლენის შეფასება გეოგრაფიული ანალოგის მეთოდის.** გულისხმობს შეფასებას ანალოგ წყალსაცავების გარემოზე ზემოქმედების მრავალწლიანი დაკვირვების და ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე. ასეთი მონაცემების საფუძველზე გამოვლენილია სტატისტიკური კავშირები წყალსაცავის სხვადასხვა პარამეტრებს შორის [2,7,8].

თუ საპროექტო წყალსაცავების წყლის სარკის ზედაპირის სიმაღლის ნიშნულს მივიღებთ ცხრილ 1-ში წარმოდგენილი შეტბორვის დონეების შესაბამისად, წყალსაცავებზე გამოთვლილი ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა და წლიური აორთქლების ფენა იქნება ამავე ცხრილში მოცემული სიდიდეების შესაბამისი. ისინი კარგად შეესაბამება რეალურ სიდიდეებს.

**ცხრილი 1. საპროექტო წყალსაცავების პარამეტრები და დაანგარიშებული მეტეოროლოგიური სიდიდეები ანალოგის მეთოდით**

წყალსაცავის დასახელება	სარკის ზედაპირი, ჰა	ნორმალური შეტბორვის დონე, მ	ჰაერის ტემპერატურა (T), გრად	აორთქლე ბა (E) მმ, 1კვ.მ	აორთქლება წყალსაცავიდან, მოცულობა (ათასი კუბ.მ) ან წონა (ათასი ტონა)
ქვიშხეთი-1	32	711	9	600	192
ქვიშხეთი-2	34.2	698	9	600	205,2
ოსიაური	29.8	685	10	600	148.8
გომი-1	38.9	672	10	600	233.4
გომი-2	51.2	659	10	600	307.2
ახალსოფელი	46.6	646	10	600	279.6
ქარელი	52.9	629	10	600	317.4
ურბნისი	48.7	616	10	600	292.2
სკრა	38.8	603	11	600	232.8
გრაკალი	14.8	547	11	650	96.2
მეტეხი	25	535	11	650	162.5
კასპი	43.1	502	11	650	280.2
ქსანი-1	39.1	482	12	700	273.7
ქსანი-2	64.8	471	12	700	453.6
მეგვი	40	460	12	700	280
ზაპესი (მომქმედი)	58	448	12	700	406

ანალოგის მეთოდების გამოყენებით [2,7,8] გამოანგარიშებული ცხრილ 1-ში მოცემული ჰაერის წლიური ტემპერატურა კარგად შეესაბამება რეალურ მონაცემებს. დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით განლაგებულ წყალსაცავებზე ჰაერის ტემპერატურა იზრდება 9 დან 12 გრადუსამდე.

რაც შეეხება აორთქლებას წყალსაცავებიდან, ანალოგის მეთოდის თანახმად მათ პირველ ჯგუფში ქვიშხეთი-1 დან სკრას ჩათვლით წლიური აორთქლება იქნება 600 მმ-ს 1 კვ.მ წყლის ზედაპირიდან, ხოლო მეორე დაჯგუფების წყალსაცავებში გრაკალიდან ზაპესის ჩათვლით წლიური აორთქლება მოსალოდნელია 700 მმ 1 კვ.მ წყლის ზედაპირიდან. ცხრილის ბოლო სვეტში მოყვანილია წყლის აორთქლების სიდიდეები თითოეულ წყალსაცავიდან გამოსახული კუბ.მ-ში(მოცულობა) ან ტონაში(წონა). როგორც ცხრილიდან ჩანს აორთქლებული წყლის მოცულობა პროპორციულია წყალსაცავის სარკის ფართობისა და იცვლება 96 ათასიდან (გრაკალი) 453.6 ათასი კუბ.მ (ტონა)-მდე (ქსანი-2 ).

ანალოგის მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია აგრეთვე ქარის სიჩქარის და რეჟიმის ცვლილების შეფასება. წყალსაცავის შექმნის შემდეგ ხმელეთისა და წყლის უთანაბრო გათბობისა და გაცივების გამო განვითარდება ადგილობრივი ცირკულაცია. წყალსაცავი აღმოჩნდება მთახეობის ცირკულაციის პირობებში. ამ ქარის მოქმედება გააძლიერებს სიჩქარეს. საშუალო წლიურ მონაცემებში ქარის სიჩქარის გაზრდა დაახლოებით 0,7მ/წმ- სიდიდით ფასდება. ამრიგად საპროექტო წყალსაცავების მიდამოებში მისალოდნელია ისედაც გაბატონებული დასავლეთის, აღმოსავლეთის, ჩრდილო-დასავლეთის და სამხრეთ-აღმოსავლეთის ქარების განმეორადობის გაზრდა და მათი სიჩქარის დაახლოებით 0,7მ/წმ-ით მომატება. ისე, რომ ქარის საშუალო თვიური სიჩქარემ ზაფხულში შესაძლოა მიაღწიოს 3.2-3.6 მ/წ-ს.

ადგილობრივი ცირკულაცია შეაფერხებს ჰაერის აღმავალი დინებების განვითარებას და კონვექციური დრუბლების წარმოქმნას.

**2. წყალსაცავიდან აორთქლების შეფასება წყლის ბალანსის, სითბური ბალანსის და სხვადასხვა ემპირიული მეთოდების გამოყენებით.**

პატარა ფართობის წყალსაცავების ზედაპირიდან აორთქლების პროცესების შესწავლა ბუნებრივ პირობებში წარმოადგენს პრობლემას, რომელიც განპირობებულია ატმოსფეროში მიმდინარე რთული თერმობიოდინამიკური მოვლენების დიდი კომპლექსის არსებობასთან. მცირე წყალსაცავების ზედაპირიდან აორთქლების ხვედრითი სიდიდე წყალსაცავების წყლის ბალანსის ფორმირებაში უმნიშვნელოა, მაგრამ იგი თავისი აბსოლუტური სიდიდით შეიძლება გახდეს მნიშვნელოვანი.

მიდგომა ითვალისწინებს წყალსაცავის დამახასიათებელი მეტეოროლოგიური პარამეტრების განზომილებას წყლის ბალანსის განტოლების საფუძველზე, ან ამ განტოლებიდან გამომდინარე სპეციალური ნომოგრამების დახმარებით [9-11].

ასეთი ნომოგრამების დახმარებით გამოაგარიშებულია აორთქლება საპროექტო წყალსაცავებიდან და მათ შექმნამდე ნიადაგიდან (ცხრილი 2).

**ცხრილი 2. აორთქლება საპროექტო წყალსაცავებიდან და მათ შექმნამდე ნიადაგიდან**

წყალსაცავის დასახელება	სარკის ზედაპირი, კა	აორთქლება წყალსაცავიდან (E) მმ 1კვ.მ	აორთქლება ნიადაგიდან (E) მმ 1კვ.მ ემპირიული მეთოდით	აორთქლება ნიადაგიდან (E) მმ 1კვ.მ წყლის ბალანსის და რადიაციული ბალანსის გამოყენებით	სხვაობა. მმ წყალსაცავიდან და ნიადაგიდან აორთქლებულ ტენს შორის, 1კვ.მ ფართობზე	სხვაობა. წყალსაცავიდან და ნიადაგიდან აორთქლებულ ტენს შორის .ცალკეულ წყალსაცავზე, მოცულობა (ათასი კუბ.მ) ან წონა (ათასი ტონა)
ქვიშხეთი-1	32	600	600	550	50	16
ქვიშხეთი-2	34.2	600	600	550	50	17.1
ოსიაური	29.8	600	600	550	50	14.9
გომი-1	38.9	600	600	550	50	19.4
გომი-2	51.2	600	600	550	50	25.6
ახალსოფელი	46.6	600	600	550	50	23.3
ქარელი	52.9	600	600	550	50	26.4
ურბნისი	48.7	600	600	550	50	24.4
სკრა	38.8	600	600	550	50	19.4
გრაკალი	14.8	650	600	500	50-150	7.4-22.2
მეტეხი	25	650	600	500	50-150	12-37.5
კასპი	43.1	650	600	500	50-150	21.5-64.6
ქსანი-1	39.1	700	550	450	150-250	58.6
ქსანი-2	64.8	700	550	450	150-250	97.2
მეგვი	40	700	550	450	150-250	60
ზაჰესი (მომქმედი)	58	700	550	450	150-250	87

როგორც ცხრილი 2 დან ჩანს სხვადასხვა მეთოდებით გამოანგარიშებული ნიადაგიდან აორთქლებული ტენი დიდად არ განსხვავდება ერთმანეთისგან. გამოწვევისა ცხრილში წარმოდგენილი ბოლო 4 წყალსაცავი-ქსანი-1, ქსანი-2, მეგვი და ზაჰესი, რომელთათვისაც წყლის ბალანსის და რადიაციული ბალანსის მეთოდის გამოყენებით გამოანგარიშებული აორთქლება ჩვენის აზრით რეალურთან შედარებით შემცირებულ შედეგს იძლევა, ამიტომაც ცხრილის შემდეგი სვეტის, ანუ წყალსაცავიდან და ნიადაგიდან აორთქლებულ ტენს შორის სხვაობის გამოსაანგარიშებლად ცალკეულ წყალსაცავზე ის მხედველობაში არ მიიღება. შესაბამისად ცხრილი 2-ის ბოლო სვეტში მოყვანილია სხვაობა. წყალსაცავიდან და ნიადაგიდან აორთქლებულ ტენს შორის, ცალკეულ წყალსაცავზე, გამოსახული მოცულობით (კუბ.მ) და წონით (ტონა). ამ მონაცემებიდან გამომდინარეობს, რომ წყალსაცავების ექსპლუატაციის პირობებში უმრავლეს წყალსაცავებზე დაწყებული ქვიშხეთი-1 დან დამთავრებული სკრა-თი წლიური აორთქლება მოიმატებს 50 მმ-ით. გრაკალის, მეტეხის და კასპის წყალსაცავებზე აორთქლების ნაზრდი 50-150 მმ-ს შეადგენს, ხოლო გამოთვლების თანამად ქსანი-1, ქსანი-2, მეგვის და ზაჰესის წყალსაცავებზე აორთქლება სავარაუდოდ 150-250 მმ-ით მოიმატებს ერთ კვ. მეტრზე. თითოეული წყალსაცავიდან კი აორთქლებული წყლის მოცულობა დამოკიდებულია ამ წყალსაცავის სარკეზე, რაც კარგად ჩანს ცხრილი 2-ის ბოლო სვეტში წარმოდგენილი ციფრებიდან, და მერყეობს 7 ათასი-დან (გრაკალი) 97.2 ათასი (ქსანი-2) კუბ.მ ან ტონა ფარგლებში.

ეს ცვლილებები აისახება ატმოსფერული ნალექების მნიშვნელობაში და შესაძლებელია მათი გაზრდა დაახლოებით 50-200 მმ-ით.

**3. წყალსაცავის გავლენის შეფასება მოდელირების მეთოდით.** მეთოდი კლასიკურია, აპრობირებულია ანალოგიურ შეფასებებში და დღესაც წარმატებით გამოიყენება წამყვანი სამეცნიერო ცენტრების მიერ [3,12].

ამ მეთოდური მიდგომის საფუძველზე შეფასდა დასაპროექტებელი წყალსაცავების მოსალოდნელი გავლენა მიკროკლიმატზე. წყალსატევების მცირე ზომები საფუძველს იძლევა აგრეთვე ვუზულვებელყოთ მისი გრძივი და განივი მიმართულებით განფენილობის სიგრძეები, თუმცა ცხადია, რომ წყალსაცავის მაქსიმალური გავლენა იქნება შეგუბების ზონაში. თავიდანვე ცხადია, რომ რადგანაც წყალსაცავები განლაგებულია მსგავს კლიმატურ პირობებში და მათი ზომები მცირეა და ახლოსაა ერთმანეთთან, მათი გავლენა მიკროკლიმატზე მსგავსი იქნება.

ცხრილი 3 თანახმად წყალსატევების საპროექტო ტერიტორიაზე ზამთრის, გაზაფხულის და შემოდგომის თვეებში ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა უარყოფითია და ზამთარში აღწევს თითქმის მინუს 30 გრადუსს. ამიტომ ზოგიერთ წლებში შესაძლოა წყალსატევის ზედაპირი ყინულით დაიფაროს და მისი მიკროკლიმატზე გავლენა ამ პერიოდის განმავლობაში ნომინალური იქნება. წყალსატევების აქტიური გავლენა კი როგორც წესი მოსალოდნელია გაუყინავი პერიოდისათვის აპრილიდან ნოემბრამდე.

(1) მოდელის გამოყენებისათვის საჭიროა საწყისი კლიმატური მონაცემები. ამისათვის გამოყენებულია საკვლევი ტერიტორიის კლიმატური ფონი[7]. ჰაერის ტემპერატურის მნიშვნელობები გრადიენტების საშუალებით მიიყვანებოდა საპროექტი ტერიტორიის დონეზე. წყლის ზედაპირის ტემპერატურები გამოითვლება ანალოგის მეთოდით, როგორც ადგილის სიმაღლის ტემპერატურის ფუნქცია. ამავე ტემპერატურებისათვის გამოითვლება წყლის ორთქლის გაჯერებული პარციალური წნევა სპეციალური ცხრილებიდან. ამის შემდეგ მოდელის (1) საშუალებით აღწერილი მეთოდიკის საფუძველზე გამოითვლება წყალსაცავების ეფექტი. მიღებული შედეგების მსგავსების მიხედვით წყალსაცავები შეგვიძლია გავაერთიანოთ 3 ჯგუფში:

ა. გომი-2, ქარელი, ქსანი-2, ზაჰესი, ახალსოფელი, ურბნისი ანუ შედარებით დიდი სარკის მქონე წყალსაცავები, მათი ფართობი დაახლოებით 50 ჰა, ან მეტია.

ბ. ქვიშხეთი-1, ქვიშხეთი-2, ოსიაური, გომი-1, სკრა, კასპი, ქსანი-1, ძეგვი, შუალედური ფართობის წყალსაცავები.

გ. გრაკალი და მეტეხი, უმთავრესად მცირე ფართობის ფართობის წყალსაცავები. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში 3.

**ცხრილი 3. ჰაერის ტემპერატურისა და წყლის ორთქლის პარციალური წნევის ცვლილება წყლის კიდედან მანძილზე დამოკიდებულებით:**

ა) პირველი ჯგუფის წყალსაცავებისათვის (გომი-2, ქარელი, ქსანი-2, ზაჰესი, ახალსოფელი, ურბნისი);

ბ) მეორე ჯგუფის წყალსაცავებისათვის (ქვიშხეთი-1, ქვიშხეთი-2, ოსიაური, გომი-1, სკრა, კასპი, ქსანი-1, ძეგვი);

გ) მესამე ჯგუფის წყალსაცავებისათვის (გრაკალი და მეტეხი).

თვე	ტემპერატურა °C.									წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, ჰპა								
	მანძილი, კმ									მანძილი, კმ								
	0,1			0,5			1,0			0,1			0,5			1,0		
	ა	ბ	გ	ა	ბ	გ	ა	ბ	გ	ა	ბ	გ	ა	ბ	გ	ა	ბ	გ
IV	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	-	-	-
VI	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	-	-	-
VII	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
VIII	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
IX	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
X	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
XI	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	-0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**შენიშვნა:** ცხრილში 3 მუქი შრიფტით წარმოდგენილი ციფრები ნიშნადი ცვლილებებია, ტირე აღნიშნავს, რომ არავითარი ცვლილება არ აღინიშნება.

ცხრილი 3-ის თანახმად წყალსატევების გავლენის ეფექტი ტემპერატურის ველზე ნიშნადი შეიძლება იყოს წყლის კიდედან 500 მ მანძილამდე დაშორებით. ამასთანავე წყალსატევების გავლენის ეფექტი მაისიდან ოქტომბრის ჩათვლით უარყოფითი იქნება, ანუ წყალსატევებს ექნებათ გამაგრილებელი ეფექტი. ნოემბრიდან აპრილამდე წყალსატევებს გამათბობელი ეფექტი ექნება.

წყალსაცავის მაქსიმალური გავლენა იქნება შეგუბების ზონაში. წყლის კიდედან 100 მეტრამდე მანძილზე წყალსატევების გამაგრილებელი გავლენის პერიოდში მაის-ოქტომბერში ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურების შემცირების სიდიდე აბსოლუტური მნიშვნელობით პირველი ჯგუფის წყალსაცავებში (გომი-2, ქარელი, ქსანი-2, ზაჰესი, ახალსოფელი, ურბნისი) არ აღემატება  $0.5^{\circ}\text{C}$ -ს, ასევე მეორე ჯგუფის წყალსაცავებში (ქვიშხეთი-1, ქვიშხეთი-2, ოსიაური, გომი-1, სკრა, კასპი, ქსანი-1, ძეგვი)  $-0.5^{\circ}\text{C}$ -ს, ხოლო მესამე ჯგუფის წყალსაცავებში (გრაკალი და მეტეხი)  $-0.4^{\circ}\text{C}$ -ს. წყლის კიდედან 500 მ მანძილზე გათბობის პერიოდში ეფექტი ფაქტიურად ნივთიერდება, ხოლო აგრილების ეფექტი არ აღემატება  $0.3-0.4^{\circ}\text{C}$ -ს. წყლის კიდედან 1 კმ - ით დაშორებულ მანძილზე ტემპერატურის ცვლილება მისი გაზომვის ცდომილების ფარგლებშია. მიღებული შედეგები კარგ თანხვედრაშია რ.სამუკაშვილის მიერ ჩატარებული გამოკვლევის შედეგებთან, რომლის თანახმად ჯვრის წყალსაცავის გამაგრილებელი ეფექტი ზახულის თვეებში და შემოდგომის პირველ ნახევარში  $2-3^{\circ}\text{C}$ -ს, ხოლო მცირე ზომის ურავის წყალსაცავის გამაგრილებელი ეფექტი ზაფხულის თვეებში მხოლოდ  $0.2-0.3^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს [6].

ანალოგიური ცვლილებებია მოსალოდნელი სინოტივის ველში, კერძოდ წყლის კიდედან 100 მ დაშორებულ მანძილზე წყლის ორთქლის პარციალური წნევის მაქსიმალური მომატება ყველა წყალსაცავზე მოსალოდნელია მაის-ოქტომბერში და შეადგენს  $0.3$  ჰპა-ს. 500 მ დაშორებულ მანძილზე მისი მნიშვნელობა კლებულობს  $0.2$  ჰპა-მდე, ხოლო 1 კმ-ზე ფაქტიურად ცვლილებები არ აღინიშნება. თუ გავივალისწინებთ, რომ წყლის ორთქლის პარციალური წნევის საშუალო კვადრატული გადახრა  $1-1.5$  ჰპა -ია, მაშინ ცხადია, რომ ასეთი ცვლილებები არ არის მნიშვნელოვანი და ისინი მისი მრავალწლიური ცვალებადობის ფარგლებში ჯდება.

ამრიგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ცალკეული წყალსაცავების აქტიური ზემოქმედების ზონის სიდიდე არ აღემატება წყლის კიდედან 500მ მანძილს. ეს შედეგი კარგ თანხმობაშია ანალოგიური ზომების მოქმედ წყალსაცავებზე ჩატარებულ ექსპერიმენტულ გაზომვებთან.

თუ წარმოვიდგინებთ ვირტუალურ წყალსატევს, რომელიც წარმოადგენს ცალკეული წყალსაცავების გაერთიანებას, შეფასების თანახმად მისი გავლენის ეფექტი ტემპერატურის ველზე ნიშნადი შეიძლება იყოს წყლის კიდედან 1 კმ მანძილამდე დაშორებით. წყალსატევების გამაგრილებელი გავლენის პერიოდში აპრილი-ოქტომბერში ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურების შემცირების სიდიდემ აბსოლუტური მნიშვნელობით წყლის კიდედან 100მ მანძილამდე შეიძლება მიაღწიოს  $0.7^{\circ}\text{C}$ -ს, ხოლო 500 მ დაშორებით  $0.5^{\circ}\text{C}$ - ს.

### ძირითადი შედეგები:

1. მთავარი შედეგი არის ის, რომ ცალკეული წყალსაცავების აქტიური ზემოქმედების ზონის სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს 500მ წყალსაცავის კიდედან, რაც კარგ თანხმობაშია ანალოგიური ზომების მოქმედ წყალსაცავებზე ჩატარებულ ექსპერიმენტულ გაზომვებთან. თუ წარმოვიდგინებთ ვირტუალურ წყალსაცავს, რომლის ფართობიც იქნება ცალკეული წყალსატევების ფართობის ჯამი, მაშინ მისი ზემოქმედების ზონის სიდიდე შესაძლოა გაიზარდოს 1კმ-მდე.

2. გეოგრაფიული ანალოგის მეთოდის გამოყენებით წყალსაცავებზე ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით იქნება 9 დან 12 გრადუსამდე. წყალსაცავების პირველ ჯგუფში ქვიშხეთი-1 დან სკრას ჩათვლით წლიური აორთქლება შეადგენს 600 მმ-ს, ხოლო მეორე დაჯგუფების წყალსაცავებში გრაკალიდან ზაჰესის ჩათვლით წლიური აორთქლება მოსალოდნელია 700მმ ერთი კვ. მეტრიდან. აორთქლებული წყლის მოცულობა პროპორციულია წყალსაცავის სარკის ფართობისა და იცვლება 96 ათასიდან (გრაკალი) 453.6 ათასი კუბ.მ (ტონა)-მდე (ქსანი-2).

3. წყალსაცავის შექმნის შემდეგ ხმელეთისა და წყლის უთანაბრო გათბობისა და გაცივების გამო განვითარდება ადგილობრივი ცირკულაცია. წყალსაცავები ერთდროულად აღმოჩნდება აგრეთვე მთახეობის ცირკულაციის პირობებში. ამ ქარების კომბინირებული მოქმედება გააძლიერებს სიჩქარეს. საშუალო წლიურ მონაცემებში ქარის სიჩქარის გაზრდა დაახლოებით  $0,7\text{მ/წმ}$ - სიდიდით ფასდება. მოსალოდნელია გაბატონებული დასავლეთის, ჩრდილო-დასავლეთის, სამხრეთ-აღმოსავლეთის და აღმოსავლეთის ქარების განმეორადობის გაზრდა და მათი სიჩქარის დაახლოებით  $0,7\text{მ/წმ}$ -ით მომატება. ისე, რომ ქარის საშუალო თვიურ სიჩქარემ ზაფხულში შესაძლოა მიაღწიოს  $3.2-3.6$  მ/წ-ს.

4. წყალსაცავის შექმნა გამოიწვევს აორთქლების მომატებას 50-დან 250მმ-ფარგლებში. აორთქლებული ტენის უდიდესი რაოდენობა გადაადგილდება გაბატონებული ქარების, ანუ დასავლეთის, ჩრდილო-დასავლეთის, სამხრეთ-აღმოსავლეთის და აღმოსავლეთის მიმართულებით. თითოეული წყალსაცავიდან აორთქლებული წყლის მოცულობა დამოკიდებულია ამ წყალსაცავის სარკის ფართობზე და მერყეობს 7 ათასიდან (გრაკალი) 97.2 ათას კუბ.მ ან ტონა (ქსანი-2) ფარგლებში .

5. წყალსაცავის მაქსიმალური გავლენა იქნება შეგუბების ზონაში. წყლის კიდედან 100 მეტრამდე მანძილზე. წყალსატევების გამაგრებელი გავლენის პერიოდში მათს-ოქტომბერში ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურების შემცირების სიდიდე აბსოლუტური მნიშვნელობით არ აღემატება 0,4-0,5<sup>0</sup>-ს, ხოლო წყალსატევების გამათბობელი გავლენის პერიოდში საშუალო თვიური ტემპერატურების ნაზრდი შეადგენს მხოლოდ 0,2-ს. წყლის კიდედან 500 მ მანძილზე გათბობის პერიოდში ეფექტი ფაქტიურად ნიველირდება, ხოლო აგრილების ეფექტი არ აღემატება 0,3<sup>0</sup>-ს. წყლის კიდედან 1კმ -ით დაშორებულ მანძილზე ტემპერატურის ცვლილება მისი გაზომვის ცდომილების ფარგლებშია.

6. წყლის კიდედან 100 მ დაშორებულ მანძილზე წყლის ორთქლის პარციალური წნევის მაქსიმალური მომატება მოსალოდნელია მათს-ოქტომბერში და შეადგენს 0.3 ჰპა-ს. 500 მ დაშორებულ მანძილზე მისი მნიშვნელობა კლებულობს 0.2-0.3 ჰპა-მდე, ხოლო 1 კმ-ზე ფაქტიურად ცვლილებები არ აღინიშნება. გაერთიანებულ ვირტუალურ წყალსაცავზე წყლის ორთქლის შესამჩნევი მომატება შესაძლებელია წყლის კიდედან 500 მ დაშორებულ მანძილზე

7. გლობალური დათბობის ეფექტი განიველირებს წყალსაცავის გამაგრებელ ეფექტს. გლობალური დათბობის პირობებში ნალექების წლიური ჯამები კლებულობს დაახლოებით 5-30 მმ-ის სიჩქარით 10 წელიწადში და 2050 წლისათვის შესაძლოა შემცირდეს 15-90 მმ-სიდიდით. რადგანაც წყალსაცავის გავლენით ნალექების ზრდა შეფასებულია 100-200მმ-ით, ჯამური ეფექტი შესაძლოა მნიშვნელოვნად შემცირდეს. თუ გავითვალისწინებთ ნალექების წლიური ჯამებისათვის დამახასიათებელ ვარიაციის მაღალ კოეფიციენტებს, მაშინ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნალექების ცვლილება უმნიშვნელო იქნება .

8. წყალსაცავების გამაგრებელი ეფექტი აღინიშნება აპრილიდან ოქტომბრის ჩათვლით. თუმცა აპრილში ტემპერატურის ცვლილება უმნიშვნელოა და მხოლოდ ივნისიდან არის ცვლილება ნიშნადი, ამიტომ გაზაფხულის წაყინვების გააქტიურება არ არის მოსალოდნელი. რაც შეეხება შემოდგომის წაყინვებს არ ვფიქრობთ, რომ მათი ინტენსივობა არსებითად გაიზრდება, რადგან გლობალური დათბობის ტენდენციები და წყალსაცავის მიკროკლიმატზე სავარაუდო გავლენის ჯამური ეფექტი, ერთმანეთს ანიველირებს. ამრიგად წყალსაცავების ფუნქციონირება არ მოახდენს მნიშვნელოვან გავლენას საკვლევ ტერიტორიაზე წაყინვების განმეორადობის და ინტენსივობის ზრდაზე.

კვლევა შესრულებულია სახელმწიფო დაკვეთის შესაბამისად.

#### ლიტერატურა-REFERENCES

1. Elizbarashvili E. Climatology, Sokhumi University, 2020, 215 p.(GEO).
2. Adamenko V.N. Melioration Microclimatology. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1980, 183 p. (RUS).
3. Timofeev M.P. Meteorological Regime of Reservoirs. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1963, 291 p. (RUS).
4. Webb E. K. -A pan-lake evaporation relationship.— “J. Hydrol.”, 1966, vol 4, p. 1— 11.
5. Elizbarashvili E., Kheladze T. On the influence of the Inguri reservoir on the local climate. Reports of the Academy of Sciences of the Georgian SSR, v. 136, no. 2, 1989, pp. 321-324. (RUS).
6. Kordzakhia M. The Climate of Georgia. Tbilisi, 1961., 220p. (GEO).
7. Elizbarashvili E. The Climate of Georgia, Tbilisi, 2017, 361 p. (GEO).
8. Elizbarashvili E., Kereselidze D. Meteorological regime of reservoirs in Georgia and their adjacent territories, Caucasian Geographical Journal, 11, 2011, pp. 32-38. (RUS).
9. Methods for calculating water balances. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1976, 120 p. (RUS).
10. Guidelines for calculating evaporation from the surface of reservoirs. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1969, 82 p. (RUS).
11. WMO. Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration. Geneva, WMO. (Tech. Note N 83). (RUS).
12. Recommendations for calculating changes in air temperature and humidity on the coast of reservoirs. Published by GGS, Leningrad, 1981, 16 p. (RUS).

[doi.org/10.36073/1512-0902-2026-139-58-66](https://doi.org/10.36073/1512-0902-2026-139-58-66)

უკ:551.583

**მტკვრის წყალსაცავების კასკადის ექსპლუატაციის მოსალოდნელი გავლენა მიკროკლიმატურ ცვლილებებზე.** ელიზბარაშვილი ე., ელიზბარაშვილი მ., დიასამიძე ც., ელიზბარაშვილი შ. სტუ-ის ჰმ-ის შრომათა კრებული-2026.-ტ.139.-გვ.58-66. -ქართ., რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

შეფასებულია მტკვრის წყალსაცავების მშენებარე კასკადის ექსპლუატაციის მოსალოდნელი გავლენა მიკროკლიმატურ ცვლილებებზე. საპროექტო წყალსატევების მცირე ზომები ვერ მოახდენს არსებით გავლენას ადგილის კლიმატის ცვლილებაზე და მის შესაძლო გავლენაზე ჰიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებზე. ამასთანავე წყალსაცავების მაქსიმალური გავლენა იქნება შეგუბების ზონაში და გავლენის ეფექტი შემოსაზღვრება წყლის კიდედან 500მ მანძილით და მასიდან ოქტომბრის ჩათვლით იქნება სუსტი გამაგრილებელი, წლის დანარჩენ თვეებში კი წყალსატევს ეფექტი ფაქტიურად არ ექნება.

ვირტუალური წყალსატევის, რომელიც წარმოადგენს ცალკეული წყალსაცავების გაერთიანებას, გავლენის ეფექტი ტემპერატურის ველზე ნიშნადი შეიძლება იყოს წყლის კიდედან 1 კმ მანძილამდე დაშორებით. წყალსატევის გამაგრილებელი გავლენის პერიოდში აპრილი-ოქტომბერში ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურების შემცირების სიდიდემ აბსოლუტური მნიშვნელობით წყლის კიდედან 100მ მანძილამდე შეიძლება მიაღწიოს 0.7<sup>0</sup>-ს, ხოლო 500 მ დაშორებით 0.5<sup>0</sup>-ს.

[doi.org/10.36073/1512-0902-2026-139-58-66](https://doi.org/10.36073/1512-0902-2026-139-58-66)

UDC:551.583

**Expected Impact of the Operation of the Mtkvari Reservoir Cascade on Microclimatic Changes.** Elizbarashvili, E., Elizbarashvili, M., Diasamidze, T., Elizbarashvili, Sh. Transactions of the IHM, GTU. -2026. -vol.139. -pp.58-66. - Georg., Summ. Georg., Eng.Rus.

The expected impact of the operation of the Mtkvari reservoir cascade under construction on microclimatic changes has been assessed. The small size of the designed reservoirs will not have a significant impact on climate change in the area, and its possible impact on hydrometeorological processes. At the same time, the maximum impact of the reservoirs will be in the floodplain zone, and the effect of the impact will be limited to a distance of 500 m from the water edge. It will be weakly cooling from May to October, while in the remaining months of the year, the reservoir will have practically no effect.

The effect of the impact of a virtual reservoir, which is a combination of separate reservoirs, on the temperature field, can be significant at a distance of up to 1 km from the water edge. During the cooling effect of the reservoir, in April-October, the absolute magnitude of the decrease in average monthly air temperatures can reach 0.7<sup>0</sup> within 100 m of the water edge, and 0.5<sup>0</sup> at a distance of 500 m.

[doi.org/10.36073/1512-0902-2026-139-58-66](https://doi.org/10.36073/1512-0902-2026-139-58-66)

УДК: 551.583

**Ожидаемое влияние эксплуатации каскада водохранилищ Мтквари на микроклиматические изменения.** Элизбарашвили Е., Элизбарашвили М., Диасамидзе Т., Элизбарашвили Ш.Сб. Трудов ИГМ ГТУ. - 2026. – том 139. - с.58-66. - Груз.; Рез: Груз., Англ., Рус.

Была проведена оценка ожидаемого воздействия эксплуатации строящегося каскада водохранилищ Мтквари на микроклиматические изменения. Небольшие размеры проектируемых водохранилищ не окажут существенного влияния на изменение климата в этом районе и его возможное воздействие на гидрометеорологические процессы. При этом максимальное воздействие водохранилищ будет наблюдаться в пойменной зоне, а эффект будет ограничен расстоянием в 500 м от кромки воды и будет представлять собой слабое охлаждение с мая по октябрь, в то время как в остальные месяцы года водохранилище практически не будет оказывать никакого воздействия. Воздействие виртуального водохранилища, представляющего собой комбинацию отдельных водохранилищ, на температурное поле может быть значительным на расстоянии до 1 км от кромки воды. При охлаждающем эффекте водохранилища абсолютная величина снижения среднемесячной температуры воздуха в апреле-октябре может достигать 0,70 на расстоянии до 100 м от кромки воды и 0,50 на расстоянии до 500 м.